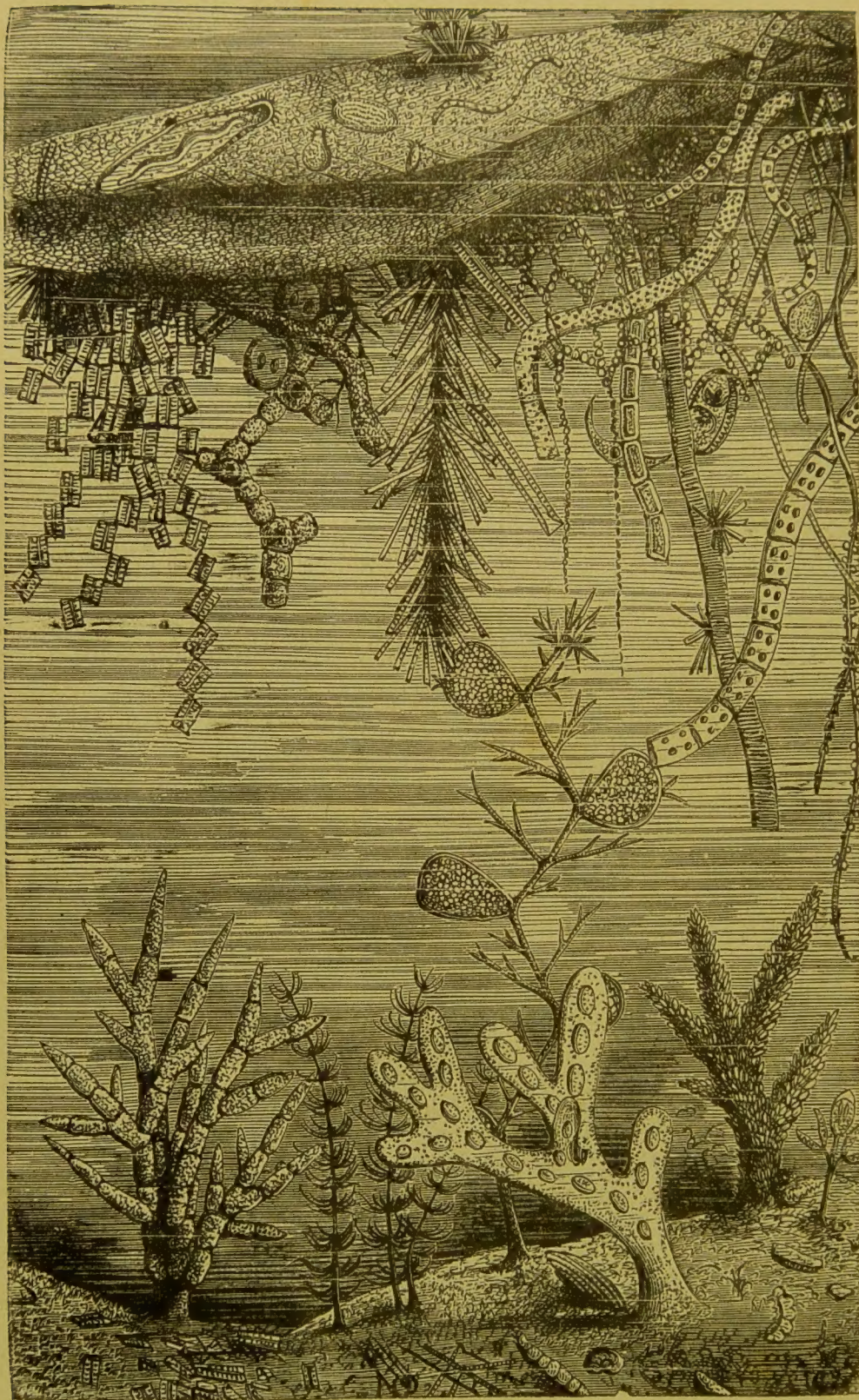
TISSANDIER
G. TISSANDIER
RICREAZIONI SCIENTIFICHE

Le ricreazioni scientifiche.

ACQUARIO MICROSCOPICO.

LE

Ricreazioni Scientifiche

OVVERO

L'INSEGNAMENTO COI GIUOCHI

PER

GASTONE TISSANDIER

NUOVA EDIZIONE

con numerose aggiunte

ILLUSTRATA DA 330 INCISIONI

LA SCIENZA ALL'ARIA LIBERA. - LA FISICA SENZ'APPARECCHI.
LA VISIONE E LE ILLUSIONI OTTICHE.
LA CHIMICA SENZA LABORATORIO.
L'ANALISI DEGLI AZZARDI ED I GIUOCHI MATEMATICI.
LA TROTTOLA MAGICA ED IL GIROSCOPIO.
GLI APPARECCHI DEL VOLO MECCANICO ED I GIUOCHI SCIENTIFICI.
LA CASA DI UN DILETTANTE DI SCIENZE.
LA SCIENZA E L'ECONOMIA DOMESTICA.
GLI APPARECCHI DI LOCOMOZIONE. - LE VACANZE.

MILANO
FRATELLI TREVES, EDITORI
1897

INTRODUZIONE.

Un distinto matematico del XVII secolo, Ozanam, membro dell'Accademia delle scienze ed autore di importanti lavori, non ha creduto di derogare alla sua fama scrivendo sotto il titolo di *Ricreazioni matematiche e fisiche* un libro destinato a divertire la gioventù, ed in cui si vede la scienza prestarsi a tutti i trastulli, anche ai giuochi dei bussolotti e di destrezza. “I giuochi ingegnosi, dice Ozaman, sono per tutte le stagioni e per tutte le età, essi istruiscono i giovani, divertono i vecchi, convengono ai ricchi e non sono al disopra della portata dei poveri.„

Il libro che il lettore ha sotto gli occhi ha pure per iscopo d'istruire divertendo, ma non abbiamo voluto andare tanto lontano quanto ha fatto Ozaman, ed abbiamo creduto di dover passare completamente sotto silenzio i giuochi di fisica detta *dilettevole*. Essi non costituiscono degli esperimenti, sibbene delle soperchierie ingegnose destinate a mascherare il vero modo di operare; non abbiamo dunque cercato di conoscerli per divulgarli. Abbiamo invece voluto che tutti i giuochi da noi indicati, che tutti i passatempi e le ricreazioni di cui diamo la spiegazione, siano rigorosamente basati sul metodo scientifico, e possano essere considerati come veri lavori di fisica, di chimica, di meccanica o di scienze naturali. Ci parve non essere buona cosa d'insegnare ad ingannare, anche giuocando.

La scienza all'aria libera, in mezzo ai campi, in mezzo alla luce è ciò che studiamo prima; noi mostriamo come si possa, in campagna, occupare e rallegrare incessantemente le ore d'ozio, osservando la natura, prendendo degli insetti, oppure degli animali acquatici, osservando l'atmosfera ed i fenomeni aerei.

In seguito insegniamo a fare un corso completo di fisica senza alcun apparecchio, ed a studiare i diversi fenomeni della gravità, del calore, dell'ottica e dell'elettricità per mezzo di semplici bicchieri da tavola, di bottiglie, di un bastone di ceralacca e di oggetti che tutti hanno alla mano. Una serie di esperimenti di chimica eseguiti con qualche fiala o con prodotti poco costosi, completa questa parte del libro relativa alle scienze fisiche.

Un altro genere di ricreazione, utile ed intelligente, consiste nel raccogliere gli apparecchi ingegnosi che forniscono incessantemente ai nostri giornalieri bisogni i progressi delle scienze applicate, e nell'esercitarsi a far agire questi apparecchi. Nel capitolo intitolato *La casa di un dilettante di scienze*, e *La scienza e l'economia domestica*, abbiamo riunito un certo numero di meccanismi e d'apparecchi, che le persone ingegnose ed in possesso di una certa abilità desidereranno procacciarsi, dalla *Penna elettrica d'Edison* od il *cromografo*, che permette di riprodurre un gran numero di copie di una lettera, di un disegno, ecc., fino ai sistemi più complicati, ma non meno preziosi, come quelli che servono a fabbricare il ghiaccio, ecc.

Dopo aver descritto dei giocattoli scientifici per la fanciullezza, ne abbiamo voluto indicare altri per l'età matura; abbiamo riunito in un capitolo speciale i curiosi sistemi di locomozione, tanto usati negli Stati Uniti ed in Inghilterra, e così poco conosciuti da noi, battelli da ghiaccio, navicelle a vapore, curiosi sistemi di carrozze, apparecchi per nuoto, ecc.

Si vede che la presente opera non è scritta solamente per i giovani; tutti, speriamo, potranno trovarci qualche interesse, ed anche qualche profitto, se non per istruirsi da sè medesimi divertendosi, almeno per insegnare agli altri e far loro intendere come la scienza, che si trova ovunque, sappia pure, quando essa è ben compresa, presiedere alle ricreazioni ed ai giuochi.

LE
RICREAZIONI
SCIENTIFICHE

Capitolo Primo.

LA SCIENZA ALL'ARIA LIBERA.

Bernardo Palissy diceva, a' suoi tempi, ch'egli non voleva leggere " altro libro che il cielo e la terra „, e che era permesso a tutti di conoscere e di leggere questo bel libro. Quel grande scrittore dimostrava così l'importanza dell'osservazione nelle scienze naturali.

Infatti è dopo lo studio del mondo materiale che spesso si ottengono le grandi scoperte. Se un attento osservatore segue un raggio di luce quando penetra nell'acqua, egli lo vedrà deviare dalla linea retta per effetto di rifrazione; se cerca l'origine di

una nota scoprirà che questa proviene da un urto o da una vibrazione. Ecco la fisica nella sua cuna.

Dicesi che Newton scoprisse le leggi della gravitazione universale, per la caduta di una mela da un albero, e che i Montgolfier idearono gli aerostati vedendo le nebbie elevarsi nell'atmosfera.

L'idea della camera oscura si sarebbe potuta offrire in modo identico alla mente di qualunque osservatore che, seduto all'ombra di un albero, avesse considerato l'immagine del sole che si disegna attraverso gli interstizi delle foglie.

Tutti non possono certamente avere l'abitudine di fare simili scoperte, ma tutti possono fare uno sforzo per istruirsi e per gustare le attrattive che presenta l'osservazione attenta della natura.

Non bisogna credere che, per studiare la scienza, sia assolutamente necessario di avere dei laboratorii o dei gabinetti di fisica: il libro di cui parla Palissy è sempre là; le sue pagine sono sempre aperte ad ogni nostro passo, nelle nostre passeggiate, ovunque si dirigono i nostri sguardi.

Alcuni anni or sono, io mi trovava in Normandia, non lontano dalla città di C..., godendo nella più cordiale ospitalità quella calma che offre la campagna. I miei ospiti ed io prendevamo piacere a fare della *scienza all'aria libera*.... come noi la dicevamo.

Le rimembranze di quel tempo strano sono fra quelleche ricordano le più belle ore della mia vita, poichè i nostri ozii erano intelligentemente occupati. Ognuno s'ingegnava a fornire il soggetto di qualche curiosa osservazione o di qualche esperimento istruttivo; l'uno faceva una collezione d'insetti, l'altro studiava botanica. Di giorno ci si poteva trovare con una lente in mano, esaminando coll' apparecchio d'ingrandimento il ramoscello di una rosa ove delle formiche s'occupavano a trasportare degli afidi [1] (fig. 1). La sera, osservavamo con un cannocchiale astronomico i vulcani lunari ed i pianeti allora visibili. Se il cielo non era sereno, coll' occhio sopra l'oculare del microscopio, ammiravamo ad un forte ingrandimento i granellini di polline dei fiori e gli infusorii di una gocciola d'acqua stagnante.

Una cosa inconcludente diventava spesso l'argomento di qualche discussione scientifica, la quale terminava con una verificazione sperimentale.

Mi ricordo che un giorno uno di noi notò che dopo una settimana di siccità, un corso d'acqua si era quasi prosciugato, quantunque si trovasse riparato da alberi frondosi che certamente impedivano

[1] Si sa che le formiche solleticando l'epidermide degli afidi, vi eccitano la secrezione di una materia dolcigna di cui esse si nutrono. Le formiche trasportano talvolta gli afidi nelle loro abitazioni, imprigionandoli: si può dire che hanno in tal modo delle *vacche in stalla.*

gli effetti dell'azione calorifica dei raggi solari. Chi aveva fatto questa osservazione stupiva assai di quella rapida evaporazione. Un agronomo della no-

Fig. 1. Formiche occupate a mungere gli Afidi del rosaio (molto ingrandite).

stra compagnia fissò la nostra attenzione sul fatto, che siccome le radici degli alberi erano immerse nel corso d'acqua, le foglie invece d'impedire l'evaporazione del liquido, avevano contribuito ad ac-

celerarla. Siccome il primo interlocutore non voleva convincersene, l' agronomo preparò, rientrando in casa, l'esperimento rappresentato dalla fig. 2. Egli collocò un ramoscello munito di foglie in un tubo in forma di U, di cui i due bracci di diametro diffe-

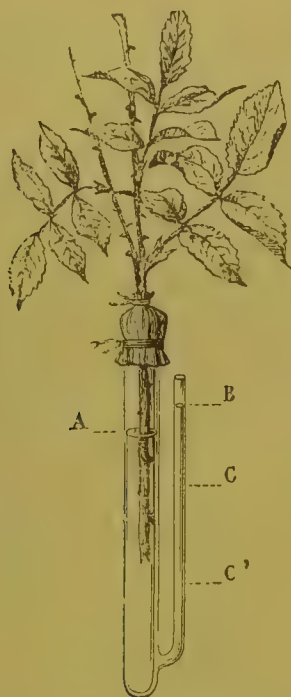



Fig. 2. Esperimento che dimostra l' evaporazione dell'acqua dalle foglie.

rente contenevano dell'acqua. Fece toccare l'acqua col ramoscello vegetale, ch'egli fissò al tubo, con un turacciolo avvolto in una lamina di gomma elastica ben legato, in modo da ottenere una chiusura ermetica.

Al cominciare dell'esperimento, il livello dell'acqua era in A, nel braccio di diametro maggiore del tubo ad U; mentre trovavasi in B, nel piccolo

braccio del tubo, ad un punto naturalmente più alto in ragione della capillarità.

L'evaporazione dell'acqua sviluppata dalle foglie fu così attiva, che in breve tempo noi vedemmo tutto il livello dell'acqua abbassarsi, e tendere verso i punti C e C′.

Questo eccellente modo di cercare la causa dei fenomeni con degli esperimenti, ci conduceva sovente a risultati veramente curiosi.

Trovavansi fra noi dei fanciulletti, e alcuni giovinotti giunti a quella età in cui si risveglia la curiosità; noi prendavamo piacere ad iniziarli ai metodi di studiare le scienze naturali, e non tardammo ad assicurarci che le nostre lezioni in mezzo ai campi davano molto più frutto di quelle che s' impartivano fra le quattro mura di una scuola.

Si raccoglievano gli insetti, e per conservarli, si aveva la precauzione di collocarli entro un vasetto in cui si faceva cadere una gocciola di solfuro di carbonio [1]; l'animale era immediatamente asfissiato,

[1] La conservazione degli insetti e la loro preparazione per le collezioni abbisognano di alcune precauzioni. Gli entomologi hanno l'abitudine di esporre gli insetti che intendono conservare sopra una tavoletta incavata in modo da poter disporre convenientemente per mezzo di spilli le antenne e le zampe. Le ali debbono essere essiccate collocandole sotto strisce di carta che le riparano.

Questi preparativi sono indispensabili quando si desidera che gli insetti

e noi evitavamo così la crudele tortura dello spillo che attraversa da parte a parte il corpo di un essere vivente.

Dopo aver dato la caccia alle farfalle ed agli insetti, ci trovammo invogliati a studiare gli animali acquatici che pullulano nel seno delle acque stagnanti, così abbondanti nelle campagne.

A tale effetto costrussi una rete da pesca, alla quale diedi per sostegno un circolo di ferro saldamente fissato ad un manico di legno. Questo strumento immerso fino al fondo degli stagni, sotto le lenticchie d'acqua, veniva ritirato rapidamente; esso usciva pieno di melma, e nel mezzo di questa sostanza fangosa non tardavasi a rinvenire degli idrofili, delle cazzole, dei tritoni, delle curiose larve nei loro involucri, e talvolta delle rane sbalordite dalla rapidità della cattura. Tutti questi animali venivano trasportati in una tazza fino all' abitazione. Ivi si combinava con poca spesa un acquario, servendoci di una campana di vetro capovolta, in modo da formare un recipiente trasparente di grande capacità.

Quattro piuoli di legno vennero conficcati in terra, sui quali s'inchiodò una tavoletta munita di un foro

riuniti in collezione conservino tutti i loro caratteri visibili Si possono allevare le larve e i bruchi in vasi pieni di terra, che si ha cura di chiudere per mezzo di una mussolina o di una tela metallica a maglie piccolissime. Il nicchiare di quelle bestiuoline può dare argomento ad interessantissime osservazioni.

circolare in cui la campana di vetro si trovò in equilibrio. Posti alcuni ciottoli grossi e delle con-

Fig. 3. Acquario costrutto con una campana di vetro.

chiglie sul fondo del vaso per formarvi un fondo acconcio, vi versai dell' acqua, e vi misi alcune piante acquatiche ed alcune cannuccie; poi sparsi un pugno di lenticchie palustri alla sua superficie.

Tutti gli animali catturati trovarono in tal modo un conveniente asilo [1]. L'acquario così fatto e

Fig. 4. Gabbia per conservar vivi gl'insetti.

collocato all'ombra di un bell'albero in un luogo

[1] In un piccolo acquario costrutto in tal modo, accade spesso che gli animali fuggano; per evitare l'evasione dei prigionieri, si può chiudere il vaso con una rete.

alquanto rustico e coperto di fiori campestri (fig. 3), divenne il nostro luogo di riunione favorito; spesso c'intrattenevamo con piacere ad osservare i sollazzi de' suoi abitanti. Talvolta si assisteva a delle scene sanguinose; il vorace idrofilo s' impadroniva di una povera cazzola incapace di difendersi, e la sbranava senza pietà per nutrirsene. I tritoni, più robusti, si difendevano meglio; ma talvolta soccombevano essi pure nella lotta.

Il successo dell'acquario fu completo, tanto che uno di noi risolse di completare questo museo in miniatura, e si presentò un giorno col *palazzo degli insetti*, che fece quasi dimenticare le cazzole ed i tritoni. Esso consisteva in una elegantissima gabbietta che simulava la forma di una casa ricoperta con un tetto. Fili di ferro egualmente distanti ne formavano le pareti. Un grosso grillo vi si trovava rinchiuso con una foglia d'insalata che gli serviva di cibo (fig. 4). La bestiuolina andava e veniva nella sua prigione sospesa ad un ramo d'albero, e quando la si guardava da vicino, faceva sentire festevolmente il suo cri-cri.

Questo luogo di famigliare diporto venne presto arricchito di un oggetto fino allora dimenticato: la *scala delle rane*. Questa venne fabbricata con molta abilità. Un grande vaso di vetro servì di base alla costruzione. La scala che vi si stabilì, era fatta con fusticini recentemente tagliati da un albero e

ricoperti ancora della loro scorza; essi davano al tutto un aspetto più pittoresco e più rustico. Alcune tavolette di legno convenientemente adattate ai due sostegni conducevano le rane verdi (raganelle) sopra un piano ove esse salivano per mezzo di gradini di una vera scala. Di là esse potevano prendere sollazzo, ed elevarsi ancora sopra un ramo di betulla, collocato verticalmente vicino al centro del vaso (fig. 5). Una rete a piccole maglie impediva agli animaletti di fuggire. Si davano a mangiare alle raganelle delle mosche, e talvolta esse le pigliavano con una destrezza meravigliosa. Spesse volte io aveva osservato che le raganelle si pongono in agguato davanti ad una mosca, sulla quale poscia si slanciano improvvisamente come farebbe un gatto sopra un uccello (fig. 6).

Le osservazioni fatte sugli animali del nostro serraglio ci spinsero ad intraprenderne altre di diversa natura; mi ricordo particolarmente di quella della catalessia prodotta in un gallo. Ecco in che consiste questo curioso esperimento: uno dei più singolari certamente che siano stati eseguiti fra noi.

Si prende un gallo; si pone sopra una tavola di legno di colore oscuro, poscia gli si applica il becco contro la superficie su cui viene fortemente tenuto; poi con un pezzo di creta, si traccia lentamente una linea bianca sul prolungamento del becco, come dimostra la nostra incisione (fig. 7).

Se la creta è abbondante, è necessario toglierla, perchè l'animale possa seguire cogli occhi la trac-

Fig. 5. Piccolo acquario colla scala delle rane.

cia della linea. Quando la linea ha raggiunto una lunghezza di 40 a 50 centimetri, il gallo è diventato catalettico. Esso è assolutamente immobile, cogli occhi fissi, e rimane durante trenta o sessanta secondi

allo stesso posto, ove prima non rimaneva che tenuto per forza. La sua testa rimane appoggiata contro la tavola nella posizione che mostra il nostro

Fig. 6. Raganella che ha adocchiata una mosca.

disegno. L' esperimento, che ci è sempre riescito con diversi individui, è stato fatto sopra una tavola d' ardesia; la linea retta venne tracciata con un pezzo di creta. Azam racconta che si ottiene l'identico risultato, tracciando una linea nera sopra una

tavola di legno bianco. Stando al detto del Balbiani, gli studenti tedeschi avevano una volta una grande predilezione per questo esperimento, ch'essi effettuavano sempre con immenso successo.

Le galline non cadono in catalessia in questo modo così facilmente come i galli: ma spesso si rendono immobili tenendo loro ferma la testa, nella medesima posizione, per alcuni minuti.

I fatti che abbiamo citato hanno una certa affinità coi fenomeni, così poco studiati, chiamati nel 1843 col nome d'*ipnotismo* da Braid. Littré e Robin diedero una descrizione dello stato ipnotico nel loro *Dizionario di medicina.*

Se si colloca un oggetto brillante, come sarebbe un disco di carta argentata, incollato sopra una tavoletta, ecc., a 20 o 30 centimetri dagli occhi di una persona, ed alquanto al disopra della sua testa, se il paziente fissa questo oggetto durante 20 o 30 minuti senza interruzione alcuna, esso rimarrà immobile, se gli sollevano dolcemente le braccia e le gambe; nel maggior numero dei casi, esso cadrà in uno stato di torpore somigliante al sonno. Il dottore Braid afferma ch'egli ha potuto effettuare in tali circostanze delle operazioni chirurgiche, senza che il paziente sentisse il menomo dolore. Più tardi Azam verificò l'insensibilità completa alle punture da parte d'individui ch'egli aveva reso catalettici mediante la fissazione di un oggetto brillante.

L'esperimento del gallo catalettico è stato pubblicato per la prima volta, sotto il nome di *experimentum mirabile*, dal padre Kircher nella sua *Ars magna*, pubblicata a Roma nel 1646. Esso entra evidentemente nella classe di quelli che Charcot eseguisce oggi nella Salpêtriere [1], sopra individui soggetti ad affezioni speciali del sistema nervoso.

Si vede, da quanto abbiamo esposto, come le nostre occupazioni scientifiche fossero variate e come trovassimo facilmente attorno a noi degli argomenti di studio. Quando il tempo era nuvoloso o piovoso, amavamo darci al coperto alle osservazioni microscopiche. Tutto ciò che ci cadeva fra le mani, insetti, tessuti di piante, era buono per essere esaminato.

Eseguendo un giorno una preparazione microscopica, io mi servii di una di quelle punte d'acciaio generalmente adoperate per questo uso, e siccome ebbi occasione di farla passare per caso sotto il microscopio, fui sorpreso nel vedere come il suo aspetto, sotto un forte ingrandimento, si presentasse rugoso e grossolano. Questa osservazione casuale mi suggerì l'idea di esaminare qualche altro oggetto più acuminato, e fui in tal modo così guidato a fare le comparazioni dei diversi oggetti qui avanti rappresentati (fig. 8). Si vede quanto è grossolana l'opera

[1] Ospedale di Parigi.

della nostra industria, se si considera a lato di quella della natura. Il numero 1 rappresenta, sotto un ingrandimento di 500 diametri, la punta di uno spillo ordinario già adoperato. Si vede che questa punta, alquanto ottusa, è leggermente piatta all'estremità superiore; il metallo malleabile ha ceduto a poco a poco sotto l'opera della pressione necessaria per farlo penetrare nei tessuti. Il numero 2 è alquanto più aguzzo. È un ago d'acciaio. Si nota tuttavia quanto il suo aspetto sia ancora difettoso, quando lo si considera coll'occhio del microscopio. Qual finezza, al contrario, presenta la spina di rosa (n.° 3), e quale delicatezza straordinaria il pungiglione di una vespa (n.° 4), esaminato sotto il medesimo ingrandimento!

La vista del disegno esattissimo m'ha permesso di eseguire un calcolo che conduce a risultati abbastanza curiosi. Ad 1 mezzo millimetro dalla punta, i diametri dei quattro oggetti rappresentati sono rispettivamente in millesimi di millimetro, 3,4; 2,2; 1,1; 0,38. Le sezioni corrispondenti in milionesimi di millimetro quadrato sono: 907,92; 380,13; 95,03; 11,34, 0, in numeri rotondi, 908; 380; 95; 11.

Se si suppone, ciò che è molto superiore al vero, che la pressione esercitata sulla punta debba essere proporzionale alla sezione, ammettendo che basti una pressione di 11 *centigrammi* per fare penetrare il pungiglione di una vespa di 1 mezzo millimetro, sarà necessario più di 9 *grammi* di pressione per con-

Fig. 7. Esperimento del gallo catalettico (vedi pag. 11).

ficcare uno spillo d'una medesima quantità. In realtà, quest'ultima cifra è troppo piccola, poichè non abbiamo tenuto calcolo del vantaggio che favorisce la spina di rosa, per esempio, colla sua forma a cono allungato, molto più facile a penetrare di quella a *goccia di sego* dello spillo.

Sarebbe cosa facile l' estendere maggiormente questo genere di osservazioni ad un grande numero di altri oggetti, e le osservazioni fatte sopra alcune punte naturali ed artificiali s'applicherebbero certamente, per esempio, ai tessuti.

Nessuno dubita che il filo di una tela di ragno non la cederebbe per sottigliezza al filo del più fino merletto, e che l'arte si troverebbe quasi sempre lontana di molto dalla natura.

Dobbiamo aggiungere tuttavia che, in certi casi, l'arte umana può perfezionare un prodotto della natura. L'incisione qui avanti (fig. 9) ne dà una prova; essa dà l'aspetto della visciola dei boschi, posta al disotto di alcune ciliege *Belle di Montreuil*, rappresentate le une e le altre nella loro grossezza naturale. Quale differenza di volume e di apparenza fra il prodotto della coltivazione e quello da cui ha tratto la sua prima origine. Che cosa si potrebbe dire ancora del sapore e del gusto comparato dei due tipi!

Per dire la verità, l'arte non crea e non potrà mai essere comparata alla natura, ma mercè il la-

voro essa migliora, perfeziona e sa anche produrre delle vere trasformazioni nei diversi esseri che esi-

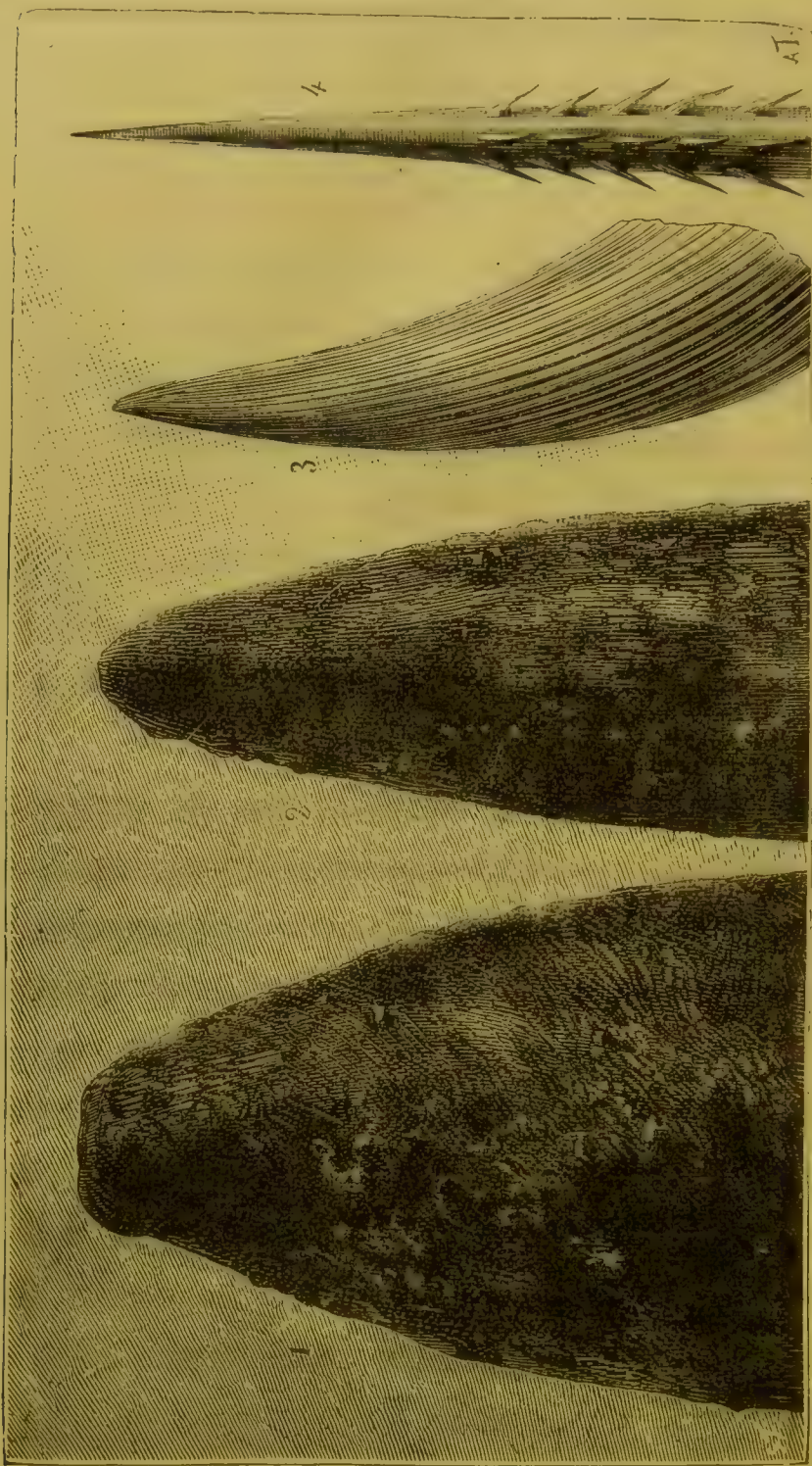



Fig. 8. 1, spillo ordinario; 2, ago d'acciaio; 3, spina di rosa; 4, pungiglione di una vespa, visti col microscopio sotto un ingrandimento di 500 diametri.

stono sulla superficie del globo. La ciliegia ne è, come si vede, un luminoso esempio.

Ci compiacevamo ancora d'esaminare specialmente gli infusorii o le diatomee che si raccolgono con molta

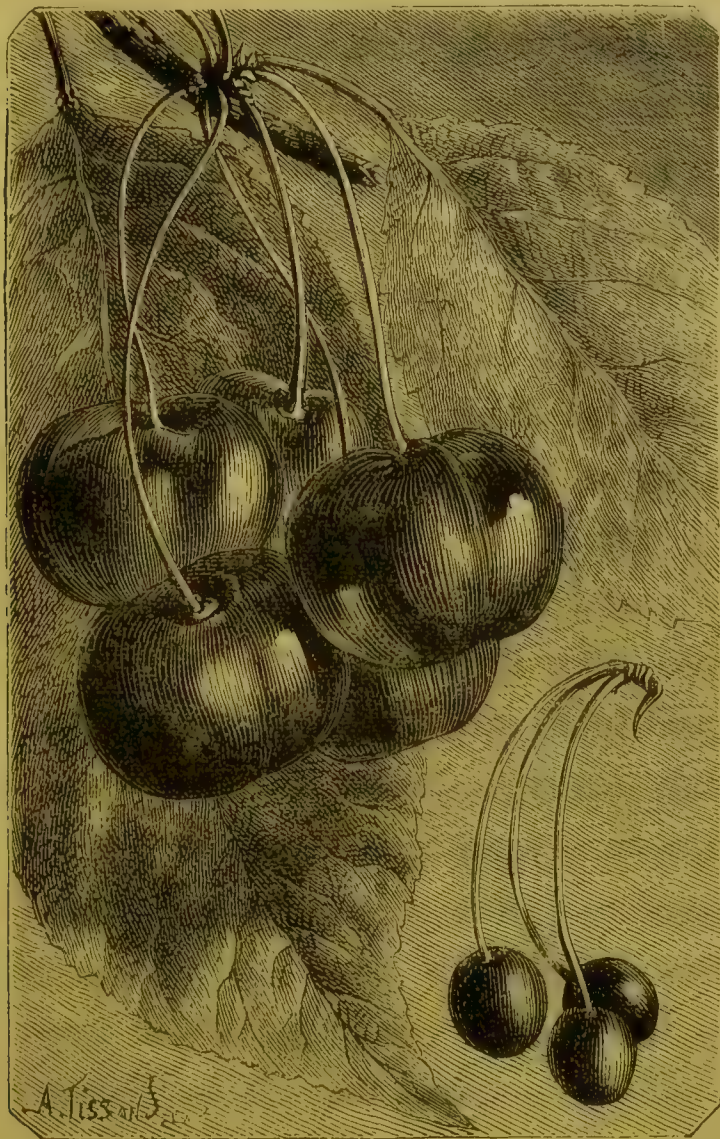



Fig. 9.ª Ciliege coltivate e visciole dei boschi (grandezza naturale).

facilità, prendendo in un'acqua stagnante la mucilaggine che aderisce ai tessuti vegetali sulle sponde, e che si trova pure attaccata alla parte inferiore delle lenticchie d'acqua. In tal modo prendevamo facil-

mente delle vorticelle, le quali, viste col microscopio sotto un forte ingrandimento, offrono il più singolare spettacolo che si possa mai ammirare. Esse sono animalucci che hanno l'aspetto di tulipani trasparenti sostenuti all'estremità di lunghi steli. Esse formano dei grappoli, i quali s'allungano e si dilatano; improvvisamente, si vedono contrarsi con grande rapidità così che l' occhio appena può seguirne il movimento. Tutti gli steli sono ripiegati, e le campanelle richiuse assumono l' aspetto di una palla; dopo un istante gli steli si allungano, ed i tulipani viventi si riaprono nuovamente.

Si può favorire con molta facilità la produzione degli infusorii costruendo un piccolo acquario microscopico, ove si colloca un oggetto favorevole al loro sviluppo. Basta porre alcune foglie (un ramoscello di prezzemolo conviene perfettamente) in un vasetto contenente dell'acqua (fig. 10). Si copre il vaso con una campana di vetro, e si espone il tutto ai raggi del sole. Due o tre giorni dopo, una gocciola di quest'acqua, vista col microscopio, lascerà vedere qualche infusorio. Si vedranno anche succedersi le razze, durante un tempo più o meno lungo.

Le osservazioni microscopiche possono essere fatte ancora sopra un numero considerevole di differenti oggetti. Esponete all'aria della farina, leggermente inumidita con acqua; non tarderanno molto a ma-

nifestarsi delle muffe, *Pennicillum glaucum,* che esaminato con un ingrandimento di 200 a 300 diametri, permetterà di distinguere delle cellule ramificate, di una organizzazione singolare per la sua semplicità.

Quando il cielo era sereno, e il tempo sembrava favorevole alle passeggiate, noi incoraggiavamo i nostri giovani amici a correre nel mezzo dei prati per dare la caccia alle farfalle.

Questa caccia si fa, come tutti sanno, per mezzo di una rete di velo che serviva specialmente pei ragazzi e questa operazione non poteva effettuarsi senza obbligarli ad una attività molto utile alla salute. Avviene talora che l'abbondanza delle farfalle sia così grande che riesce facile di pigliarne delle quantità considerevoli.

Durante il mese di giugno del 1879, una grande parte dell'Europa occidentale venne attraversata da legioni di vanesse del cardo così numerose da attirare l'attenzione di tutti gli entomologi (fig. 11); questo passaggio offrì l'occasione ai naturalisti di fare interessanti studii.

Condizione essenziale, per chi vuol dedicarsi alle scienze naturali, è di possedere il fuoco sacro che gli dia le forze e gli ispiri la perseveranza necessaria per aumentare le sue collezioni.

La raccolta degli animali è una ginnastica salutare, per cui non fa bisogno un materiale costoso.

Il botanico, per raccogliere le piante, dovrà essere armato di una zappa solidamente mani-

Fig. 10. Disposizione di un acquario microscopico per lo studio degli infusorii.

cata, di una spatola e di un coltello con lama appuntata.

La scatola di erborizzazione servirà per il trasporto delle piante.

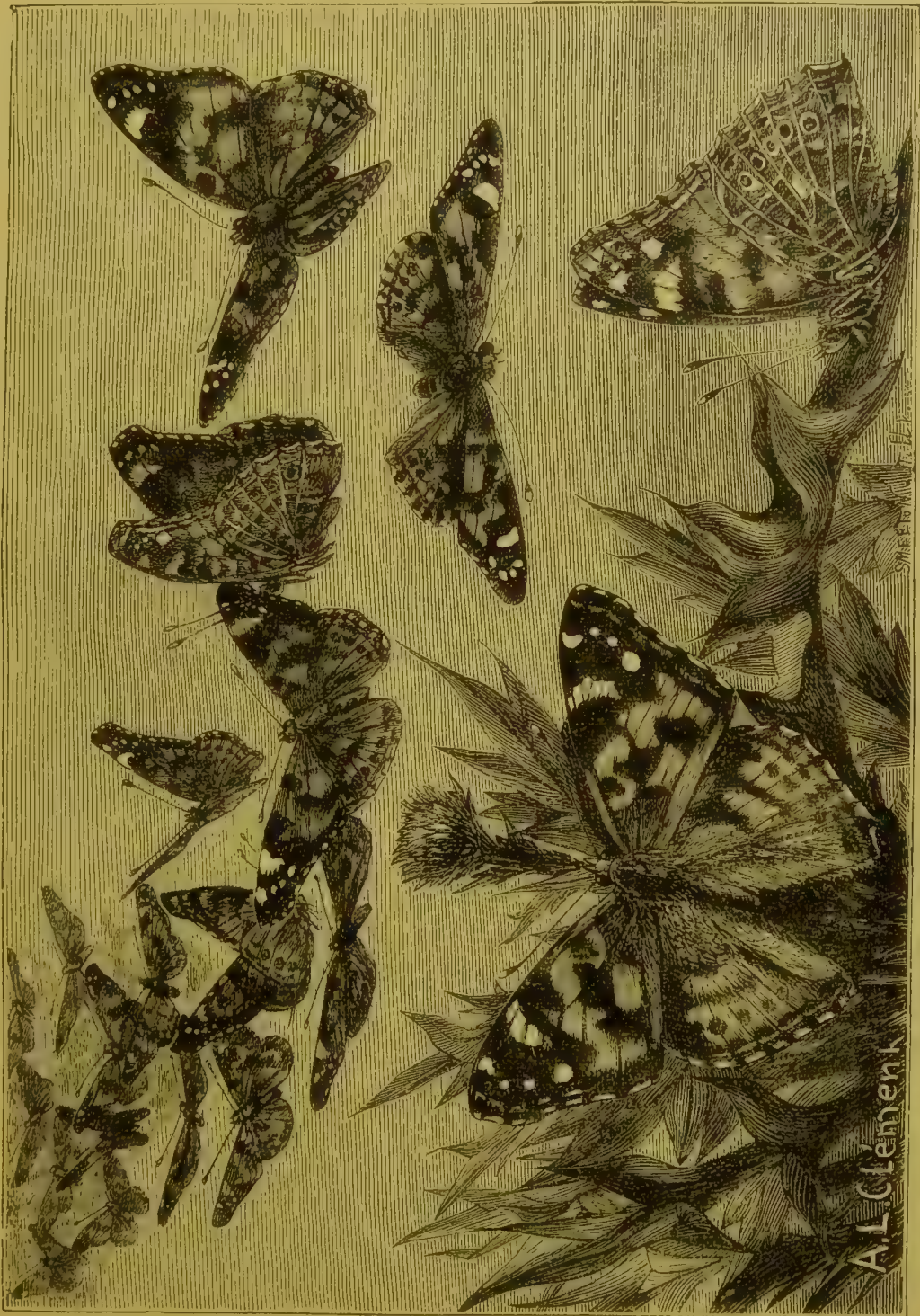



Fig. 11. Passaggio di vanesse del cardo, osservato il 15 giugno 1879.

Il geologo ed il mineralogista non avranno da provvedersi d'istrumenti più complicati. Un martello, una forbice d'acciaio temperato, un piccone a punta per spezzare le roccie, un sacco di tela grossolana per trasportare i campioni.

Noi ci dilettavamo di far fabbricare la maggior parte degli oggetti dal fabbroferraio, talvolta anche di costruirli noi medesimi; essi erano semplici, ma solidi, e si prestavano ai bisogni della raccolta.

Spesso spingevamo le nostre passeggiate fin sulla riva del mare, e là noi ci divertivamo a raccogliere le conchiglie sulla spiaggia, oppure i fossili nel mezzo delle roccie. Mi ricordo ancora in una passeggiata eseguita alcuni anni prima al piede delle alte spiaggie del capo Blanc-Nez vicino a Calais, di aver scoperto un fossile di ammonite di dimensioni straordinarie, che ha spesso destato l'ammirazione dei dilettanti; questa ammonite non misurava meno di 30 centimetri di diametro. Le roccie ammonticchiate al Capo Gris-Nez (fig. 12), non lontano da Boulogne, offrono modo al geologo di fare un bel numero di curiose osservazioni. Nelle Ardenne e nelle Alpi, mi è sovente accaduto di raccogliere dei bellissimi minerali; delle piriti cristallizzate nella prima località, e belli esemplari di cristallo di rocca nella seconda (fig. 13). Non mi dimenticavo mai di ri-

cordare questi fatti interessanti ai giovinetti che io accompagnavo, e vedevo aumentare la loro attività nella speranza di fare qualche preziosa scoperta.

Fig. 12. Le roccie ammonticchiate appiè delle alte spiaggie del capo Gris-Nez.

Spesso ci accadeva, allorchè il sole era caldissimo e l'aria tranquilla, di vedere sulla spiaggia, dei bellissimi effetti di miraggio dovuti al riscaldamento degli strati inferiori dell'atmosfera. Gli alberi e le case all'orizzonte parevano sollevati sopra una tavola d'argento, nel mezzo della quale

vedevansi distintamente riflessi come in uno strato di acqua tranquilla.

Quanti spettacoli interessanti ci offre spesso l'atmosfera, i quali passano inosservati agli occhi delle

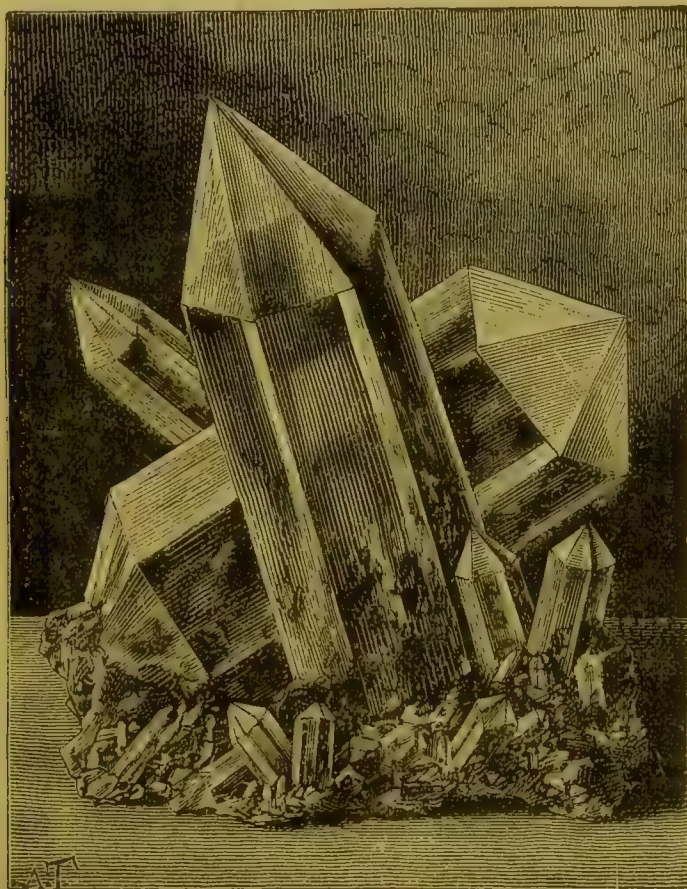



Fig. 13. Gruppo di cristallo di rocca.

persone che non sanno guardarli! Mi ricordo di avere una volta ammirato all' isola di Jersey (24 giugno 1877, a otto ore di sera) un magnifico fenomeno di questa natura: era una colonna di luce la quale s' innalzava al disopra del sole che tramontava in un vero fascio di fuoco. Io mi tro-

vavo sulla scogliera di Saint-Hélier, ove era in moto una folla di passeggieri. Tre o quattro solamente fra essi ammiravano con me quel grandioso quadro.

Le colonne e le croci di luce sono molto più frequenti di quello che credesi comunemente; ma passano spesso inosservate in presenza di spettatori indifferenti.

Descriveremo un esempio di questo bel fenomeno osservato all'Havre il 7 maggio 1877.

Il sole formava il centro della croce, il cui colore era di un giallo-oro. Questa croce era divisa in quattro sprazzi. Lo sprazzo superiore era molto più brillante degli altri: la sua altezza era di 15 gradi circa. Lo sprazzo inferiore era meno grande, come lo dimostra l' unito disegno, preso dal vero da mio fratello Alberto Tissandier (fig. 14). I due sprazzi orizzontali erano talvolta appena visibili, essi si confondevano con una striscia di cirri che occupavano la maggior parte dell' orizzonte. Una fascia di strati, ai quali il tramonto del sole dava un colore violetto oscuro, formava il fondo di questo quadro. L'atmosfera sopra il mare era molto nebbiosa. Il fenomeno non durò più di quindici minuti, ma la fine del fenomeno fu molto interessante. I due sprazzi orizzontali e quello inferiore della croce luminosa sparirono completamente, mentre lo sprazzo superiore restò solo per

alcuni minuti. Esso formava allora sopra il sole una *colonna verticale,* analoga a quella che Cassini studiò il 21 maggio 1672, e a quella che Renou [1] e Guillemin osservarono essi pure il 12 luglio 1876 [2].

Le *colonne verticali,* fenomeno, come tutti sanno, molto raro, possono dunque derivare da una croce luminosa che varie circostanze atmosferiche particolari resero visibile completamente.

Quanto spesso vedete formarsi sulle strade polverose dei piccoli vortici sollevati dal vento, che si muovono, effettuando un moto di rotazione che rappresenti il fenomeno di una tromba in miniatura! Quante volte gli aloni cingono di un'aureola di luce il sole o l'astro delle notti! Quante volte l'arcobaleno spiega la sua fascia iridescente in mezzo ad una massa d'aria attraversata da gocciolette d'acqua! Non v'è nessuna di queste grandiose manifestazioni della natura che non dia motivo a osservazioni istruttive, e che non possa diventare argomento di studi e di ricerche. È in tal modo che nelle passeggiate o nei viaggi, la pratica della scienza può essere messa sempre a profitto; questo metodo di studio o d'insegnamento in aperta campagna e all' aria libera,

1. *Comptes rendus,* tomo LXXXII, pag. 243 e 292.

2. Guillemin menziona, a proposito del fenomeno del 12 luglio 1876, la presenza nell'atmosfera di *strati leggieri di un grigio blù violaceo,* come è già stato egualmente osservato pei fenomeni precedentemente descritti.

contribuisce all'igiene del corpo ed a quella dello spirito. Famigliarizzandoci cogli spettacoli della natura, dall' insetto che erra sopra un filo d'erba alle sfere che si muovono nella vòlta celeste, sentiamo svilupparsi in noi una salutare e vivificante influenza.

L'abitudine di osservare può manifestarsi ovunque, anche in mezzo alle città ove la natura riprende sovente i suoi diritti, nei fenomeni meteorologici per esempio.

L'abbondanza straordinaria di neve caduta a Parigi, dieci ore di seguito, dal pomeriggio del mercoledì 22 gennaio 1880, rimarrà come un fatto memorabile nella meteorologia della capitale francese.

Nel centro di Parigi, si poteva notare che lo spessore della neve caduta a varie riprese superava i 30 centimetri. La neve è stata preceduta da una caduta di piccoli chicchi trasparenti i quali non avevano più di un millimetro di diametro, di cui alcuni presentavano delle faccette cristalline. Essi formavano alla superficie del suolo uno strato ricongelato molto pericoloso.

Nella sera del 22 gennaio le falde di neve volteggiavano nell'atmosfera come grandi bioccoli di lana. La maggior parte dei becchi a gaz erano adorni di stalattiti di ghiaccio, le quali attiravano sovente la curiosità dei passeggieri. La formazione di

Fig. 14. Croce luminosa osservata all'Havre, il lunedì 7 maggio 1877, a 6 ore 45 di sera (disegno preso dal vero).

quelle stalattiti, di cui diamo un saggio (fig. 15), è facile a spiegarsi. La neve cadendo sul vetro del riverbero, riscaldato dalla fiamma a gaz, fondeva, scorreva in acqua, e ritornava ghiaccio sotto forma di stalattiti, ritrovando, sotto la lanterna, una temperatura inferiore a 0°.

Se la meteorologia può essere studiata nelle città, la stessa cosa devesi praticare per certi rami di scienze naturali, l'entomologia per esempio.

Ecco ciò che dice sopra questo argomento un dotto giovane, A. Dubois:

" I coleotteri si trovano ovunque, e penso che sarebbe cosa buona di ricordare questa verità dimostrandola con esempi. Io vorrei dimostrare che, anche nel seno delle nostre grandi città, vi sono dei luoghi dimenticati, ove si farebbero talvolta senza dubbio delle buone cacce. Visitiamo in certi momenti gli ingressi dei rigagnoli delle strade, anche nelle stazioni in cui non vi sono inondazioni, e saremo sorpresi di ritrovare delle specie che noi ricerchiamo spesso in luoghi assai lontani! [1] Questa asserzione è confermata da una enumerazione di prede interessanti. Un mio amico, dice l'entomologo citato, ha trovato verso il mese di giugno sui bastioni esterni di Parigi l'*Obrium cantharinum*, e sui bastioni Mazas, un gran numero di *Simplocaria semistriata*. "

[1] *Giornale dei giovani naturalisti.*

In questa guisa lo studio degli insetti può essere fatto nelle vecchie case, nelle scuderie, nelle cantine,

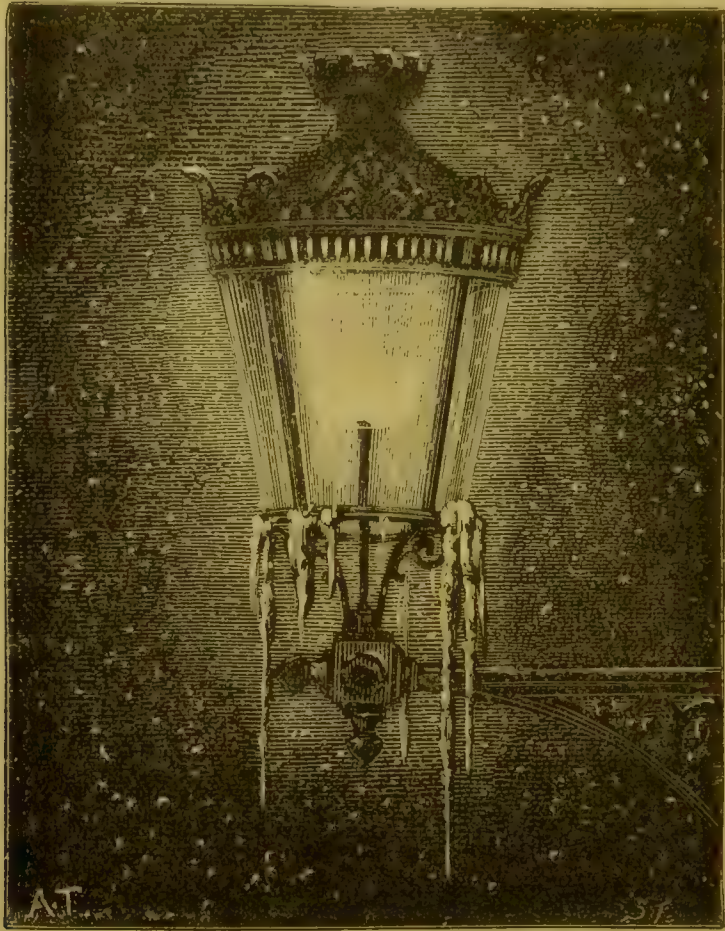



Fig. 15. Formazione delle stalattiti di ghiaccio sotto la lanterna dei riverberi di Parigi, durante la nevicata del 22 gennaio 1880.

in una parola, quasi dappertutto. Bacone il grande ebbe dunque ragione di dire: “ Nulla è muto per l'osservatore sulla terra. „

Capitolo II.

LA FISICA SENZ' APPARECCHI.

Tutte le persone che coltivano le scienze sperimentali sanno quanto sia utile unire alle nozioni teoriche l'abilità manuale che dà la pratica delle manipolazioni. Non si dovrebbe mai cessare dall'incoraggiare i chimici ed i fisici ad esercitarsi, a fare da sè stessi gli apparati di cui hanno bisogno, e a modificare la disposizione di quelli che si trovano in commercio. Nel maggior numero de' casi è possibile costruire con poca spesa degli strumenti delicati, capaci di rendere gli stessi servizi forniti dagli apparecchi più costosi. Sovente dei lavori ragguardevoli sono stati eseguiti da uomini il cui laboratorio era molto semplice, e che, colla loro abilità e perseveranza, seppero fare delle grandi cose con piccoli mezzi.

La bilancia di precisione, per esempio, questo indispensabile istrumento del chimico e del fisico, può fabbricarsi con poca spesa in differenti maniere. Basta un filo sottile di platino ed una tavoletta di legno per costruire una bilancia di torsione capace di pesare un milligrammo. Non occorre altro che una sfera di vetro per preparare una bilancia idrostatica sensibilissima.

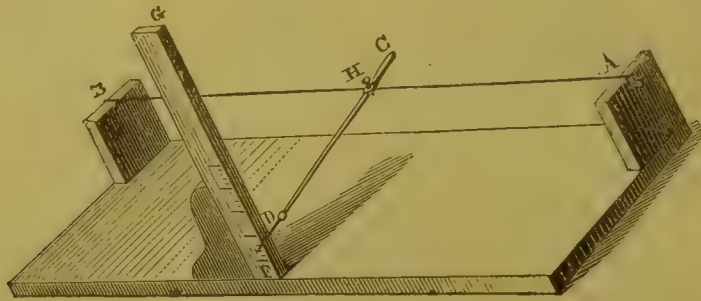



Fig. 16. Bilancia di torsione, che si può costrurre da sè stessi, ed è capace di pesare il milligrammo ($^{1}/_{10}$ della grandezza reale).

La figura 16 rappresenta una piccola bilancia di torsione di una grande semplicità. Un filo sottile di platino è teso orizzontalmente mercè due chiodi sopra i due sostegni A, B, in legno, tagliati da un'assicciuola di abete. Una leva C, D, leggerissima e sottilissima di legno, oppure fatta con un fuscello di paglia, è adattata nel mezzo del filo di platino mediante una piccola morsa H, che la mantiene fissa. Questa leva è collocata in modo da essere sensibilmente sollevata sopra l'orizzontale.

Si è incollato in D un piccolo disco di carta, ove si colloca un peso di un centigrammo. La leva si abbassa di una certa quantità, imprimendo un moto di torsione al filo di platino. Si è disposto vicino all'estremità di questa leva un regolo di legno G, F, sul quale si segnano i due punti estremi della corsa. Si tracciano fra questi due punti dieci divisioni equidistanti. Ognuna di esse rappresenterà il tratto percorso dalla punta di leva, sotto l'azione d'un peso equivalente ad un milligrammo. Data una sostanza di piccolissimo peso, inferiore ad un centigrammo, basta collocarla sul piccolo disco di carta; la leva s'abbasserà e rimarrà in equilibrio dopo alcune oscillazioni. Se si è abbassata di quattro divisioni, si saprà che la sostanza pesa 4 milligrammi. Prendendo un filo di platino alquanto più grosso, al quale si adatterà una leva meno lunga, si potranno pesare i decigrammi e così di seguito. È pure cosa facile il costruire sullo stesso modello delle bilancie di torsione capaci di pesare dei pesi enormi. Il filo di platino può anche essere sostituito da fili di ferro di grosso diametro solidamente tesi, e la leva potrebbe essere fatta con un'asticella di legno molto resistente. Nei limiti opposti si giungerebbe a determinare il valore dei pesi minimissimi. Dando una lunghezza di parecchi metri al filo di platino sottilissimo, ed adattandovi una leggerissima leva e lunghissima non sarebbe impossibile di giungere ad

apprezzare il $^1/_{10}$ di milligrammo. In quest'ultimo caso, la bilancia potrebbe essere montata al momento stesso in cui si vorrebbe adoperare.

La figura 17 rappresenta un areometro di Nicholson che ognuno può fabbricare da sè, e che, come

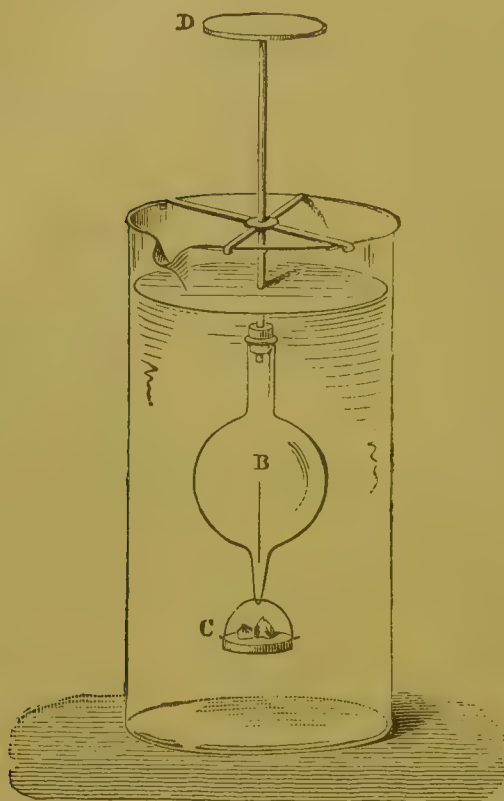



Fig. 17. Areometro di Nicholson, costruito per servire di bilancia.

trovasi rappresentato, costituisce un altro genere di bilancia. Una sfera di vetro B, piena d'aria, è chiusa ermeticamente con un turacciolo nel cui asse si è infissa un'assicella di legno ben cilindrica, la quale porta un disco di legno D. Questo sistema termina, alla sua parte inferiore, con un piccolo piatto C,

sul quale si possono collocare dei pezzetti di piombo in quantità variabile. S' immerge tutto in un vaso di vetro abbastanza profondo e pieno d'acqua. I pezzetti di piombo del piattello C si sono stabiliti in seguito a vari tentativi in tale quantità che l'asticella dell'areometro oltrepassi quasi tutta intera il livello del liquido; la si fa passare attraverso un anello che gli serve di guida e che si è fissato alla parte superiore del vaso per mezzo di quattro triangoli di ferro in croce. Questa asticella è stata divisa in modo che lo spazio compreso fra ogni divisione rappresenti il volume di un centimetro cubo. Il sistema disposto in tal modo costituisce una bilancia. Infatti, l'oggetto da pesare viene collocato sul disco D, l'areometro si abbassa nell'acqua, oscilla, poi rimane in equilibrio. Se l' asticella si è immersa di cinque divisioni, si saprà che il peso dell'oggetto corrisponde a quello di 5 centimetri cubi d'acqua spostata, o a 5 grammi.

Si vede dagli esempi della precedente bilancia, che non è impossibile costruire degli apparati di precisione con oggetti di poco valore. Noi tenteremo di dimostrare che si possono anche *fare degli esperimenti istruttivi con niente*, o almeno con oggetti di uso comune e che tutti hanno fra mano.

Il Balard, che la scienza ha perduto in questi ultimi anni, era famoso per fare degli esperimenti di chimica senza laboratorio; rottami di bottiglie, fram-

menti di vasellame, tutto gli era utile per improvvisare storte, matracci o vasi da filtrare e per eseguire in tal modo importanti lavori.

Scheele, nei tempi passati, operava nello stesso modo; esso faceva delle grandi scoperte con modesti strumenti, e ben meschine risorse. Niuno si eserciterà mai troppo per imitare tali maestri, tanto per insegnare agli altri quanto per istruire sè stesso.

Non si tratta qui di fare delle ricerche, bensì di abbozzare un programma d'insegnamento, basato sopra esperimenti di *fisica dilettevole* da eseguirsi senza apparecchi. La maggior parte di questi esperimenti sono certamente conosciuti; affrettiamoci però a dichiarare che noi non abbiamo altra pretensione che di averli raccolti e riuniti per descriverli. Dobbiamo aggiungere ancora che li abbiamo eseguiti e verificati; il lettore potrà ripeterli con certezza di successo.

LA PRESSIONE DELL'ARIA. — LA CADUTA DEI CORPI. LE FORZE. — L'INERZIA.

Supponiamo di dirigerci ad un uditorio composto di giovinetti, e di cominciare il nostro corso di fisica con alcune nozioni relative alla pressione dell' aria. Un bicchiere a calice, un tondo e del-

l'acqua serviranno immediatamente ai nostri primi esperimenti.

Ecco un tondo, nel quale io verso dell'acqua, accendo poscia della carta collocata sopra un galleg-

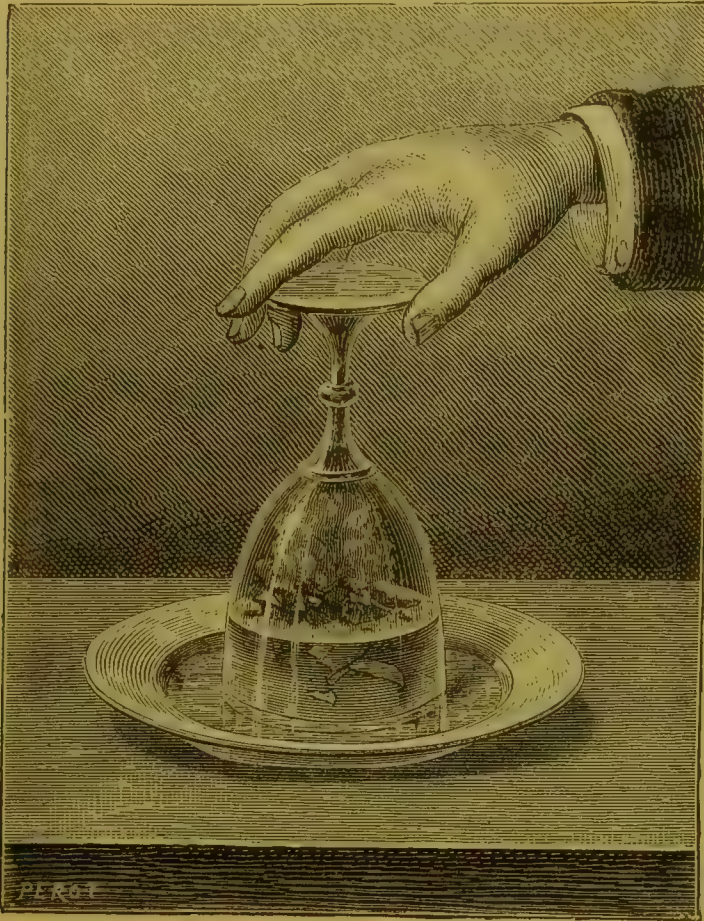



Fig. 18. Sollevamento dell'acqua determinato in un bicchiere dalla pressione atmosferica.

giante di sughero e copro la fiamma con un bicchiere che capovolgo (fig. 18). Che avviene? L'acqua sale nel bicchiere. Perchè? Perchè la carta, bruciando, ha consumato una parte dell' aria, ed il

volume di gaz rinchiuso essendo diminuito, la pressione esterna ha sollevato il liquido.

Riempio d'acqua un bicchiere a calice tanto ch'egli sia pieno fino all'orlo, lo copro poscia con un

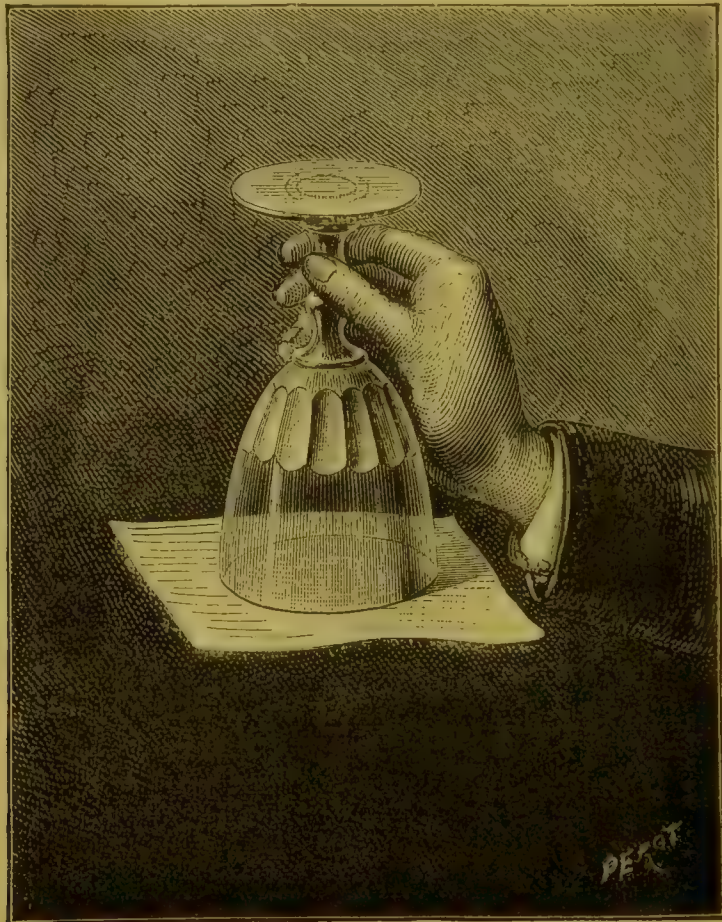



Fig. 19. Bicchiere pieno d'acqua, capovolto e chiuso da un foglio di carta, sostenuto dalla pressione atmosferica.

foglio di carta in modo che aderisca perfettamente agli orli del bicchiere e colla superficie del liquido. Capovolgo il bicchiere così pieno d'acqua (fig. 19), il foglio di carta gl'impedisce di spandersi, perchè è

trattenuto dalla pressione dell'aria. Avviene talvolta che questo esperimento non riesce perfettamente se non dopo vari tentativi da parte dell'operatore; è dunque cosa prudente capovolgere il bicchiere sopra

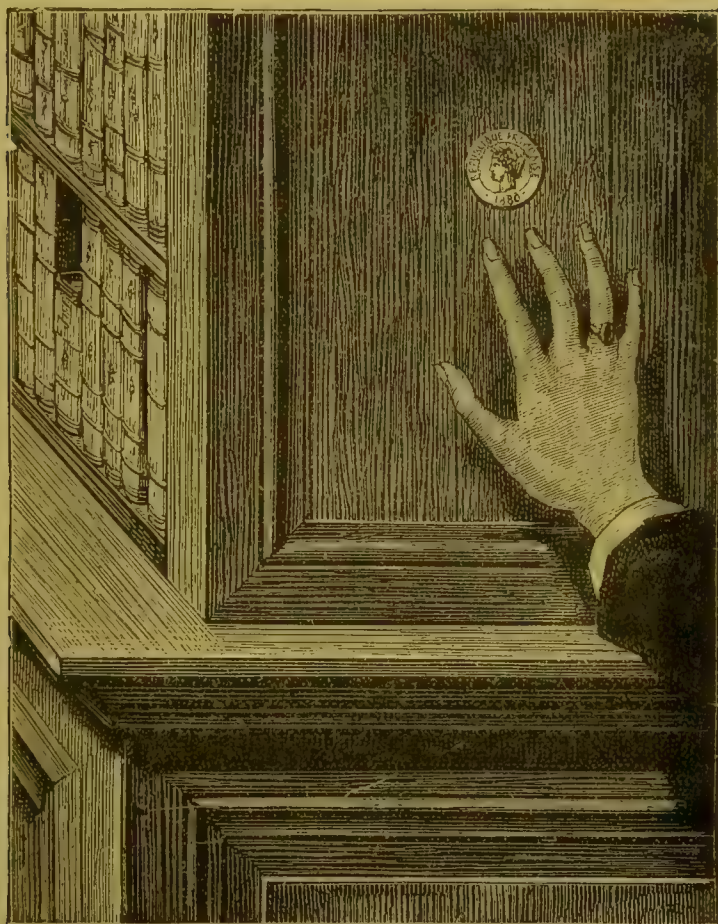



Fig. 20. Pezzo da cinque centesimi conservato aderente ad una parete verticale di legno sotto l'influenza della pressione dell'aria.

una bacinella, affinchè l'acqua vi possa cadere senza inconvenienti, nel caso d'insuccesso.

Essendo dato un vaso pieno d'acqua ed una bottiglietta completamente piena d' acqua, prendiamo

colla mano la bottiglia per il collo, in modo che il pollice faccia ufficio di turacciolo. Rovesciamo la bottiglia e facciamo penetrare il suo collo nell'acqua contenuta nel vaso. Ritiriamo il pollice, cioè il turacciolo, conserviamo la bottiglia in una posizione verticale, ed osserveremo che l'acqua in essa contenuta non esce mai e rimane invece sospesa.

La pressione atmosferica è pure la causa di questo fenomeno.

Se nella bottiglia sostituiamo del latte all'acqua (od altro liquido più denso dell'acqua) vedremo che il latte rimane egualmente sospeso nella bottiglia; solamente un movimento si effettua nel collo, e fissando bene la nostra attenzione su questo punto, ci accorgeremo che il latte scende nel fondo del vaso e che l'acqua sale nella bottiglia.

Qui ancora è la pressione atmosferica che sostiene il liquido nella bottiglia; inoltre il latte scende perchè due o più liquidi, sovrapponendosi per ordine di densità, decrescono dal basso in alto, vale a dire il liquido più denso occupa il fondo del vaso e così di seguito. Questa asserzione può essere verificata ancora colla *bottiglia* così detta *dei quattro elementi*. Essa non è altro che una semplice bottiglia sottile ed oblunga, contenente in eguale volume del mercurio metallico, dell'acqua salata, dell'alcool e dell'olio. Questi quattro liquidi si sovrappongono senza mai mescolarsi anche agitandoli.

Prendete un soldo, applicatelo contro una tavola verticale di legno, come sarebbe, per esempio, la parte esterna di una biblioteca di noce, confricatelo fortemente dall'alto in basso appoggiandolo con forza contro il legno. Ritirate la mano; la moneta rimane aderente al tavolato (fig. 20): ecco il perchè. Mercè la confricazione e la pressione esercitata, voi avete scacciato il tenue strato d'aria compreso fra il soldo e la parete piana nel legno; dal che segue che la pressione dell'aria atmosferica esterna basta per mantenere l'aderenza.

Aggiungiamo ora una caraffa ed un uovo duro al nostro materiale scientifico. Con ciò noi sostituiamo la macchina pneumatica, ripetendo con facilità l'esperimento dello scoppia-vescica.

Accendo della carta e la faccio bruciare collocandola entro la caraffa piena d'aria. Quando la carta ha bruciato alcuni istanti, chiudo l'orifizio della caraffa con un uovo tosto ch'è stato spogliato del suo guscio, in modo da costituire un turacciolo ermetico. La combustione della carta ha determinato un vuoto nell'aria rinchiusa nella caraffa. L'uovo tosto trovasi spinto dalla pressione atmosferica esterna; ecco che già si allunga (fig. 21), si adatta al collo della caraffa; esso è trascinato e scende a poco a poco. Ad un tratto e' cade intero nella bottiglia, facendo sentire una piccola detonazione simile a quella che si ottiene dando un pugno sopra un

sacco di carta gonfio d'aria. Ecco la pressione atmosferica dimostrata in modo chiaro e con pochissima spesa.

La fig. 22 rappresenta l'esperimento della cam-

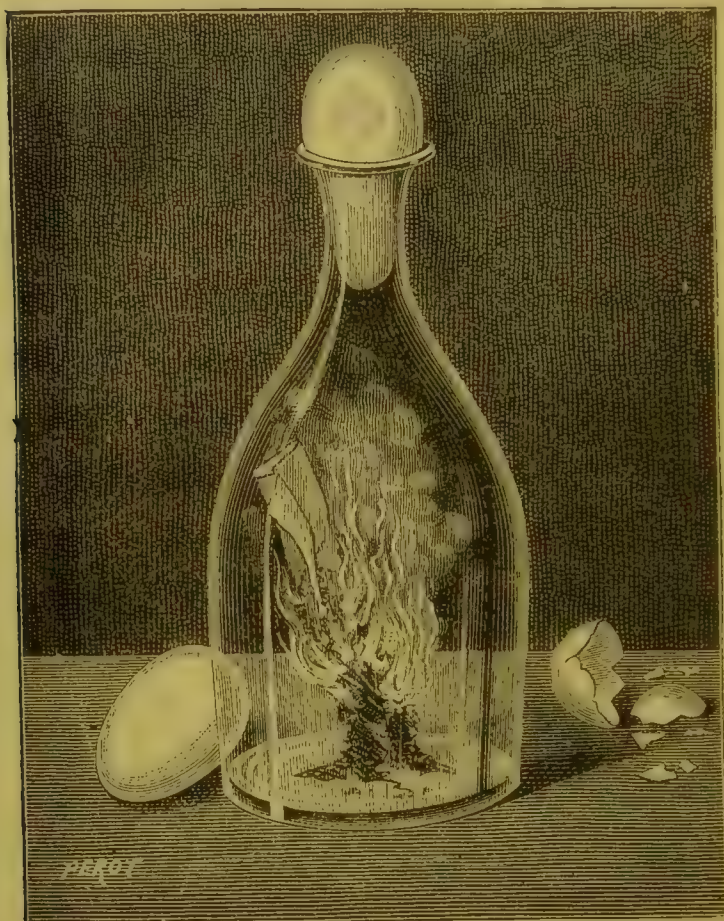



Fig. 21. Uovo duro a cui è stato tolto il guscio, che penetra in una caraffa sotto l'azione della pressione atmosferica.

pana del palombaro; la sua semplicità è tale che non è necessario descriverlo. Esso ha molta affinità con quelli relativi alla pressione dell'aria ed alla compressione dei gaz. Due o tre mosche sono

state introdotte nel bicchiere; svolazzando, provano ch'esse si trovano con piacere in questo spazio leggermente compresso.

Spegnere una candela con una bottiglia. — Si

Fig. 22. Esperimento della campana del palombaro eseguito con un bicchiere a calice ed un recipiente di vetro pieno d'acqua.

prende una delle comuni bottiglie il cui collo abbia all' incirca 2 centimetri di diametro interno. Tenendo il fondo di questa bottiglia colla mano destra si applica la palma della mano sinistra o per

parlare più esattamente la parte carnosa A, che si trova alla radice del pollice della mano sinistra sopra l'apertura, così da chiuderla quasi tutta (fig. 23).

Fig. 23. Posizione delle mani prima di comprimere l'aria colla bocca.

È necessario procurare di lasciare così appena un piccolo passaggio.

Così avendo preparato l'esperimento si applica la bocca sopra di questa stretta apertura in maniera da chiuderla affatto e si soffia con forza nella bottiglia. Questo sforzo deve crescere gradatamente

ed essere energico. Si comprime così l'aria nella bottiglia alla pressione massima che si può ottenere nel polmone. Bastano appena 3 o 4 minuti secondi.

Dopo, con un rapido movimento di rotazione

Fig. 24. Modo di tenere la bottiglia per soffiare la candela.

del pugno sinistro si chiude completamente l'apertura della bottiglia applicandovi con forza la parte carnosa. Per questo movimento la bocca viene rapidamente allontanata; ma nel frattempo non dovrà cessare la pressione.

Se quindi si mette la bottiglia in una posizione inclinata (fig. 24), col fondo in alto, sempre tenuto dalla mano sinistra e coll' apertura in basso, e si avvicina una candela accesa a tre centimetri circa

Fig. 25. L'aria compressa.

di distanza, aprendo un passaggio all'aria, con un movimento rapido, inverso a quello che determinò la chiusura, ne sfugge l'aria compressa che spegne la fiamma.

Il sacco di carta. — Dopo di aver parlato di

alcune esperienze sul vuoto abbiamo descritto alcuni effetti dell'aria compressa. Dovremo ricordare l'esperienza del sacco di carta riempito d'aria che si fa scoppiare con un pugno?

Fig. 26. Il solleva pietre.

L'aria, rapidamente compressa in uno di quei sacchi di carta che oggidì sono comunemente adoperati per lo zucchero, per i confetti ed in generale per tutte le sostanze polverose, rompe le pareti della sua prigione, con una piccola esplosione (fig. 25).

Simile giuoco fanno i fanciulli con dei petali di rosa, ripiegati così da formare sacco, o con quelle fascie di carta in cui si avvolgono i sigari, applicandole sopra una tavola di marmo ed assestandovi sopra un gran colpo colla palma della mano, così da comprimervi l'aria entro senza che *abbia il tempo* di uscirne.

Se si desidera di allungare la lezione relativa alla pressione atmosferica, sarà facile completare la serie degli oggetti precedenti con un tubo di vetro ed una certa quantità di mercurio; si avranno così gli elementi necessari per fare gli esperimenti di Torricelli o di Pascal, e per spiegare facilmente il barometro.

Un giochetto molto conosciuto dagli scolari, il *solleva-pietre*, può essere ancora l'occasione di numerose osservazioni sul vuoto e sulla pressione dell'aria. Si sa che questo oggetto è formato di un disco di cuoio bagnato, nel mezzo del quale trovasi fissata una funicella. Questo disco, applicato sopra un quadrello da pavimento, viene premuto col piede. Quando si tira la funicella, il disco di cuoio forma come una ventosa e si fatica molto prima di poterlo staccare dal quadrello, che può anche essere sollevato. Questo piccolo apparecchio sostituisce, come si vede, gli emisferi di Magdeburgo [1].

[1] Gobin, ingegnere dei ponti ed argini, ci ha comunicato il seguente interessante esperimento, il quale può sostituire ancora gli emisferi di Magde-

Gli emisferi di Magdeburgo. — Diconsi emisferi di Magdeburgo due mezze sfere che si fanno aderire pel loro margine ed in cui si pratica il vuoto colla macchina pneumatica.

Fatto il vuoto le due mezze sfere aderiscono fra di loro, pel peso dell' atmosfera che le comprime l'una contro l'altra, tantochè riesce impossibile di separarle.

Quest'esperienza si può imitare senza adoperare la macchina pneumatica.

Si cercano due bicchieri di vetro della stessa grandezza che aderiscano perfettamente l'uno contro l'altro per i loro orli. Si introduce un moccolo acceso al fondo di uno di questi bicchieri posto sopra una tavola. Si ricopre questo bicchiere con uno spesso foglio di carta bagnata, quindi rapidamente vi si colloca sopra il secondo bicchiere come indica la figura 27. Notiamo che l'aderenza fra i due vetri separati dalla carta deve essere completa. La candela si spegne per mancanza di ossigeno; ma mentre abbruciava il calore aveva dilatato l'aria contenuta nel bicchiere inferiore, e quest' aria si trova così rarefatta. Perciò la pressione esterna

burgo: Prendete un pallone di vetro nel quale farete bollire dell'acqua; quando l'acqua è in ebullizione, chiudete il collo del pallone con un turacciolo piatto di carta bagnata. Capovolgete poi questo pallone entro una casseruola contenente acqua in modo che il turacciolo di carta determini una chiusura ermetica. Il vuoto si forma nel pallone, e la pressione dell'aria mantiene la casseruola tanto aderente che si può facilmente sollevarla col pallone.

dell'atmosfera tiene i due bicchieri riuniti precisamente come nella classica esperienza degli emisferi di Magdeburgo. Si può sollevare i due bicchieri tenendo solamente quello di sopra. Spesso la carta che fa da frammezzo è rotta; ma l'espe-

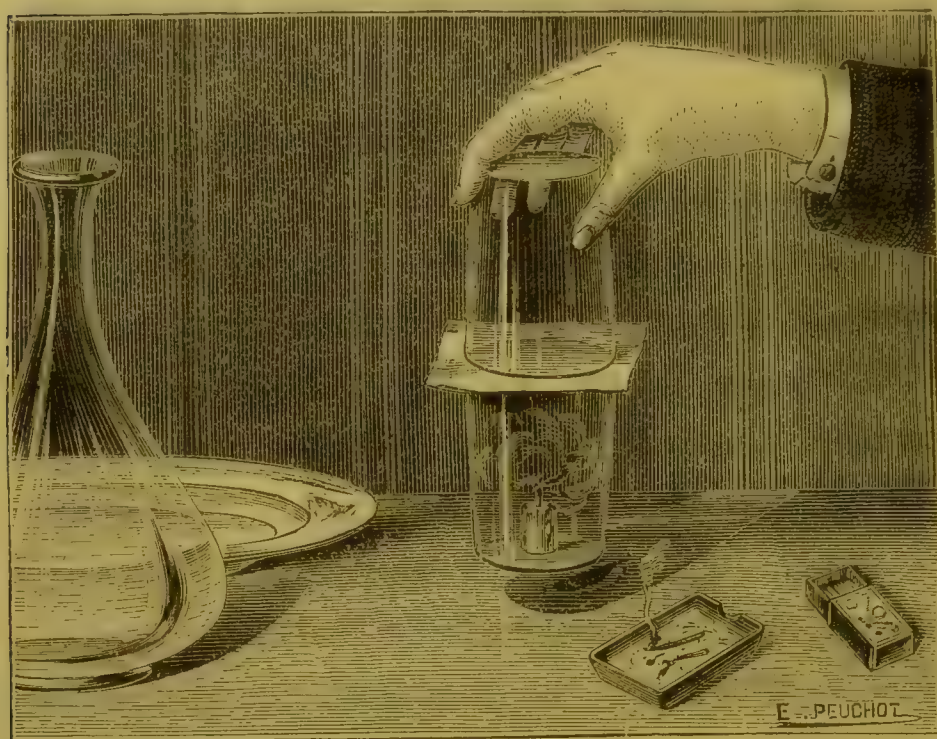



Fig. 27. I due bicchieri aderenti.

rienza riescirà sempre, se venne preparata con diligenza.

Il portapenne ed il vuoto. — Il primo scolaro che aspirò l'aria da un portapenne metallico facendolo rimanere attaccato al labbro per effetto della pressione atmosferica esterna fece una vera scoperta di pneumatica (fig. 28) e forse questa sco-

perta venne fatta, con una penna d'oca tagliata di traverso prima che i fisici avessero inventato la macchina pneumatica.

Basta per fare quest' esperienza il mettere in

Fig. 28. Lo scolaro inventore della macchina pneumatica.

bocca un portapenne metallico chiuso. Si aspira per ottenere una rarefazione nell'aria che vi è contenuta e si fa passare l'apertura contro il labbro, che fa da chiusura ermetica. La pressione dell'aria,

che agisce sul fondo del portapenne lo fa rimanere attaccato al labbro.

Per la stessa causa la pressione esterna fa entrare un poco la mucosa del labbro nell' interno del tubetto.

Similmente si può far rimanere aderente un bicchiere di opportuna grandezza alla bocca applicandolo attorno alle labbra ed aspirando forte.

Oggidì si adoperano nei negozi delle *patere* pneumatiche che rimangono aderenti ai vetri e che, col mezzo di uncini, possono sostenere degli oggetti. Queste patere sono appunto delle piccole coppelle fatte di gomma elastica, che rimangono attaccate per effetto della pressione atmosferica.

Si vendevano anche delle lampadine munite di simili ventose per leggere in vagone. Quelle lampadine si attaccavano ai vetri degli sportelli; ma la loro frequente caduta le fece proibire.

Le idee che abbiamo sulla gravitazione e sulla pressione dell'aria, sono, come abbiamo visto, facili ad essere comprese; gli esperimenti relativi alla caduta dei corpi, all'attrazione, alle leggi dell'inerzia, possono ancora essere riprodotti con pochissima spesa. Ecco un soldo ed un pezzo di carta che taglio in modo da dargli la forma della moneta; lascio cadere i due oggetti, collocandoli l'uno vicino all'altro; il soldo giunge a terra molto prima della carta; il risultato non è contrario alle leggi della gra-

vitazione, poichè bisogna tener conto della presenza dell'aria e della diversa resistenza che essa oppone ai due corpi in conseguenza della loro diversa densità. Pongo il disco di carta sulla superficie superiore della moneta ch' io lascio cadere in posizione orizzontale; i due oggetti giungono allora nello stesso tempo alla superficie del suolo. La carta, in contatto col soldo, si è trovata difesa dalla resistenza dell'aria.

Questo esperimento è troppo comune per doverne parlare a lungo; ma, come si vede, esso può dar occasione a digressioni sui fenomeni relativi alla caduta dei corpi [1].

Sappiamo come i corpi cadano sotto l' influenza della gravità, cioè per effetto dell'attrazione della

[1] A. Guébhard ci scrisse una lettera interessante a proposito di questi esperimenti; noi la trascriviamo qui.

" Quando si sta qualche tempo senza aprire un sifone d'acqua di seltz, e che l'equilibrio della tensione è vicino a stabilirsi fra il gas sviluppato ed il gas sciolto, vedesi elevare dal fondo dell'apparecchio un seguito verticale di bollicine, due, tre, talvolta una sola, le quali rappresentano chiaramente la legge d'ascensione delle bolle, cioè (trascurando l'aumento di queste stesse bolle lungo il loro tragitto) una dimostrazione inversa della legge delle distanze nella caduta dei corpi. Infatti le bolle si staccano dal loro punto di partenza con un isocronismo perfetto, e siccome le distanze variano da una fila all'altra, si ha sotto gli occhi una rappresentazione multipla di questa terribile legge delle distanze, di cui la macchina d'Atwood fece uno spauracchio ai principianti. Io penso che si potrebbe anche, contando per ogni fila il numero delle bollicine che si staccano in un secondo, e il numero che contiene ad un dato momento tutta la fila, spingere la verificazione più lontano ancora: ma debbo confessare francamente che ciò io non ho mai fatto. "

massa della terra, seguendo esattamente la direzione della linea verticale che, prolungata indefinitamente passerebbe pel centro della terra.

Se non intervengono altre circostanze essendo questa l'unica causa della caduta dei corpi, un corpo cade necessariamente nella direzione della verticale che passa pel suo centro di gravità.

Con questa nozione potremo facilmente risolvere il seguente problema:

Rompere una noce colla caduta di un coltello. — Conficcate leggermente un coltello di quelli appuntiti alla parte superiore di una porta di legno, in modo che basti applicare un colpo di pugno sull'intelaiatura perchè il coltello cada. Se una noce si trova posta sotto, al piede della verticale, nel punto preciso dove il coltello batterà sul pavimento, questa noce sarà infallibilmente rotta. Ma come si trova questo punto?

Con un bicchiere quasi pieno di acqua si bagnerà la parte inferiore del coltello; non tarderà a caderne una gocciola e bisogna collocare la noce nel luogo ove questa è caduta.

La fig. 29 rappresenta il modo di eseguire l'esperienza; alla sinistra (del lettore) si vede il coltello posto sopra la noce, alla destra il bicchiere che serve per determinare la posizione dei due oggetti.

La caduta dei corpi è rallentata dalla resistenza

che incontrano. Nel vuoto tutti i corpi cadono nel medesimo tempo.

Questo possiamo dimostrare facilmente sovrapponendo un pezzo di carta, più piccolo nelle sue

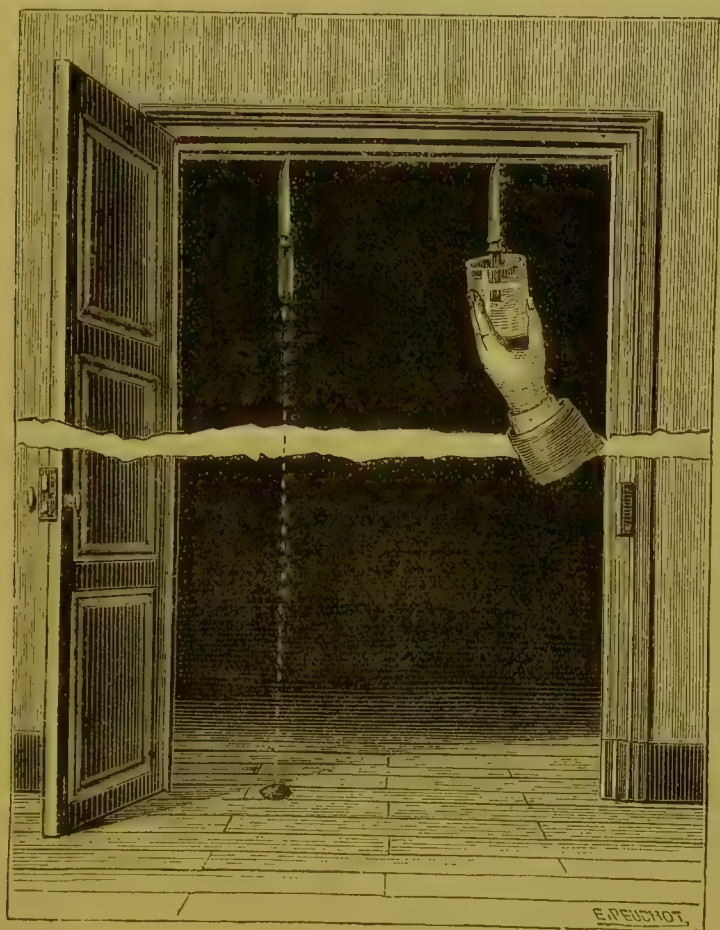



Fig. 29. Esperienza sulla caduta dei corpi.

dimensioni, ad una moneta, abbandonando la moneta la carta segue la moneta nella sua caduta, poichè questa cadendo lascia dietro di sè una specie di vuoto.

Fra gli esperimenti acconci per dimostrare l'attra-

zione molecolare, ve ne sono alcuni che si eseguiscono nei gabinetti di fisica per mezzo di apparati di una particolare costruzione. Questi apparati più o meno complicati non sono sempre necessari.

Nulla v' è di più dilettevole che collocare alla superficie di un vaso pieno d'acqua due palline di sughero, tagliate da un turacciolo; se si fanno avvicinare l'una all'altra in modo ch' esse non siano separate che da un piccolissimo spazio di un millimetro circa, si vedono immediatamente accorrere l'una verso l'altra, come farebbero un pezzetto di ferro ed una calamita. Si può ancora fissare una delle palline di sughero all' estremità della punta di un coltello, e servirsene per attirare, a piccolissima distanza, l'altra pallina di sughero che galleggia sull' acqua. Se le palline di sughero sono spalmate di un leggiero strato di sego, invece di attirarsi, esse si respingono; questo fenomeno dipende dalla forma dei menischi, i quali sono convessi o concavi a norma che la palla si bagna od è difesa dall' acqua in seguito all' azione del grasso (fig. 30).

Dicesi porosità la proprietà che hanno i corpi in generale di potere diminuire di volume. Questa proprietà presuppone naturalmente che le particelle o *molecole* di cui sono fatti siano lontane le une dalle altre, così da lasciare fra di loro degli intervalli che sono i veri *pori,* da non confondersi con

i buchi microscopici di molte sostanze, quali il cuoio, la carta, il guscio di un uovo, ecc.

La permeabilità è l'attitudine dei corpi a lasciarsi attraversare dai liquidi e dai gas.

Fig. 30. Esperimento sull'attrazione molecolare.

Un filtro di carta asciugante. — Sopra gli orli di un bicchiere (fig. 31) ponete un foglio di carta asciugante; versatevi dell' acqua annerita con del carbone, e questa filtrerà attraverso ai *pori* della carta che trattengono la impurità solida.

Far passare del vapore d' acqua attraverso del cartone. — Io trovo due bicchieri della medesima capacità; depongo uno di questi bicchieri sopra una tavola e dentro vi verso una piccola quantità di

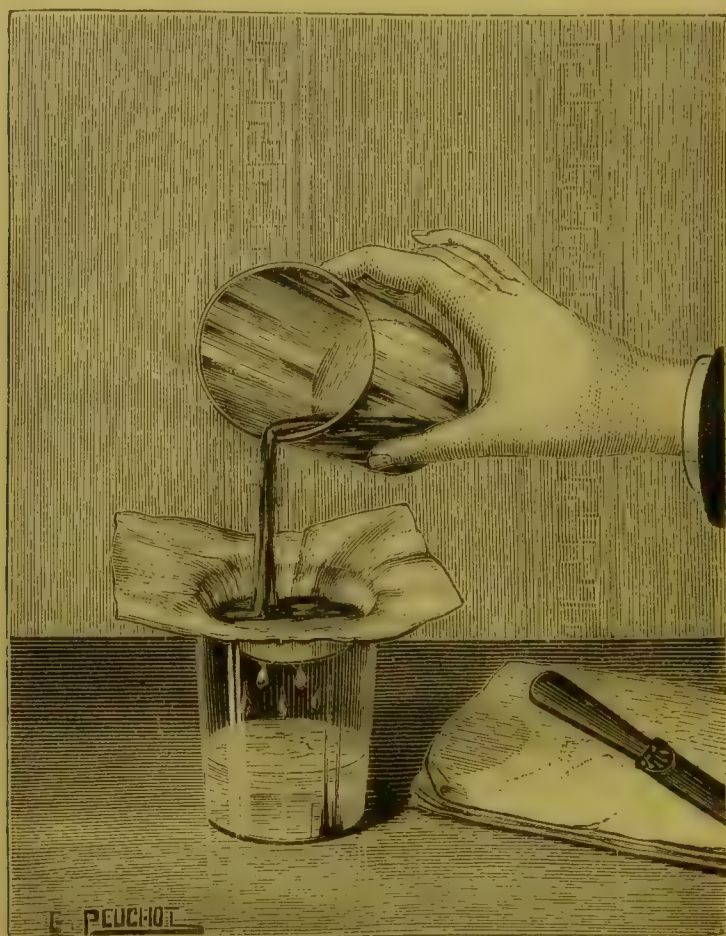



Fig. 31. Il filtro di carta asciugante.

acqua calda, quasi bollente. Ricopro il bicchiere di un foglio di cartone, e sopra del cartone colloco il secondo bicchiere arrovesciato. Questo secondo bicchiere venne prima asciugato così che sia perfettamente trasparente. Aspettiamo pochi minuti ed

il vapore d'acqua che si solleva dalla superficie del liquido attraverserà il cartone, di cui sarà così dimostrata la porosità, e presto occuperà la capacità superiore formata dal bicchiere rovesciato.

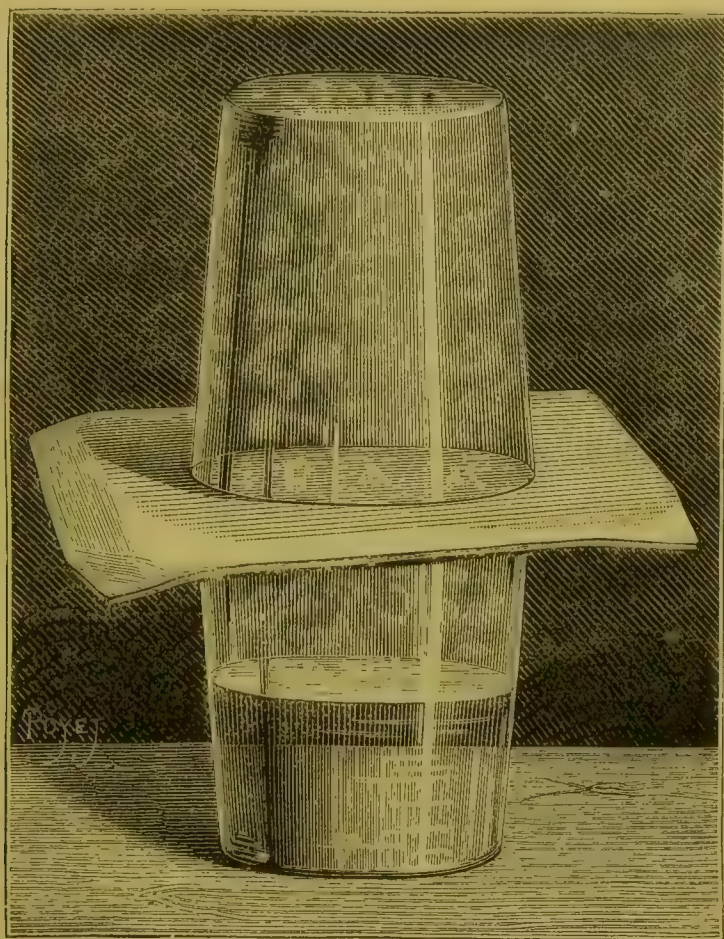



Fig. 32. Vapore d'acqua che passa attraverso un cartone.

Si potrà successivamente fare quest' esperienza col legno, col panno, colla lana, e tutti questi corpi daranno il medesimo risultato; ma vi sono delle altre sostanze *impermeabili* che non si lascieranno attraversare, come la gomma elastica vulcanizzata di cui

si fanno i soprabiti contro la pioggia. Questa esperienza ci dimostra perchè la nebbia sia, come assai opportunamente si dice, *penetrantissima;* poichè attraversa il tessuto dei nostri abiti e la nostra flanella e riesce a venire in contatto del nostro corpo; un soprabito di gomma invece ci metterebbe al sicuro.

Da che parte si accenderà la capocchia? — Si leveranno da una scatola di fiammiferi cosidetti *svedesi* (fiammiferi di legno a fosforo *amorfo*, che non si accendono che fregandoli sopra la speciale superficie della scatola) quattro di tali fiammiferi; due vengono messi nell'intervallo che si trova fra l'astuccio ed il tiratoio un poco aperto; un terzo viene posto fra questi due, alla loro estremità, come si vede nella fig. 33. Questo terzo fiammifero deve essere tenuto bene dai due altri che saranno flessi (senza romperli tuttavia) dalla loro prima direzione.

Si appicca il fuoco nella metà del fiammifero orizzontale col quarto fiammifero.

Prima si aveva domandato agli spettatori quale fosse il fiammifero che si sarebbe infiammato pel primo.

Sarà quello di destra? oppure sarà quello di sinistra? Sarà dalla parte dove si trovano le due estremità vestite di fosforo, oppure dall'altra, dove non ve ne ha che una sola?

Risposta: Nessuna delle tre supposizioni. Appena

la parte media del fiammifero si è carbonizzata i due fiammiferi laterali fanno da molle elastiche, lo lanciano via e si spegne.

La figura spiega abbastanza bene i dettagli del-

Fig. 33. Il problema dei fiammiferi.

l' esperimento, da non abbisognare di più diffuse spiegazioni.

Se per caso i fiammiferi non entrano facilmente nella intercapedine fra l'astuccio ed il cassetto si assottiglieranno un poco alla loro estremità inferiore.

Quando un corpo sottoposto all' azione di una forza agisce sopra un altro, quest'ultimo reagisce in senso opposto sul primo e colla stessa intensità. Ecco il principio che si definisce sovente dicendo: l'azione è eguale alla reazione.

Dicesi elasticità l'attitudine che hanno i corpi di ripigliare la loro forma primitiva allorchè vennero deformati.

Questa proprietà ha un *limite* dopo di cui i corpi più elastici non riacquistano più le dimensioni di prima. I fisici distinguono nei corpi quattro modi di elasticità:

1.° di trazione,
2.° di compressione,
3.° di flessione,
4.° di torsione,

secondo il modo in cui agisce la forza che li modifica nella loro forma.

La pallina di mollica di pane indeformabile. — Foggiate colle dita una grossa pallottola di mollica di pane assai molle, così da darle la forma irta di protuberanze rappresentate dalla figura 34 nelle dimensioni che deve avere. Collocate questo oggetto sopra una tavola di legno ed assestatevi sopra di gran colpi di pugno.

Impossibile deformare la pallottola! Per quanto i colpi siano potenti, la materia elastica, dopo di essere stata schiacciata, ripiglia di nuovo la forma

che aveva prima. Pigliate la pallina e gettatela con tutta la vostra forza sul pavimento; l'urto non la deformerà come non la deformarono i colpi di pugno, e voi la troverete sul pavimento, tale e quale, protetta dalla sua elasticità. Questa esperienza non riesce se non quando la mollica di pane è molto tenera.

Una benda di gomma elastica ci dà un esempio

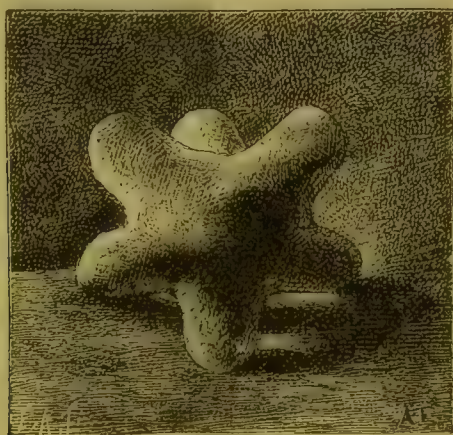



Fig. 34. Pallina di mollica di pane modellata per la dimostrazione dell'elasticità dei corpi.

eloquente dell'elasticità dei corpi; se tutti i corpi solidi non sono elastici in grado uguale, lo sono tuttavia in diversa misura e possono essere più o meno allungati per effetto di una forza e ritornano quindi alla loro forma primitiva.

Attraversare una moneta con un ago. — Si riconosce che un corpo è più duro di un altro quando può rigarlo. Un pezzo di vetro riga il marmo, un pezzo di diamante riga il vetro; il vetro è più duro

del marmo, ed il diamante è più duro del vetro. Una lama d'acciaio, di coltello o di temperino, intacca il rame; l'acciaio è adunque più duro che il rame.

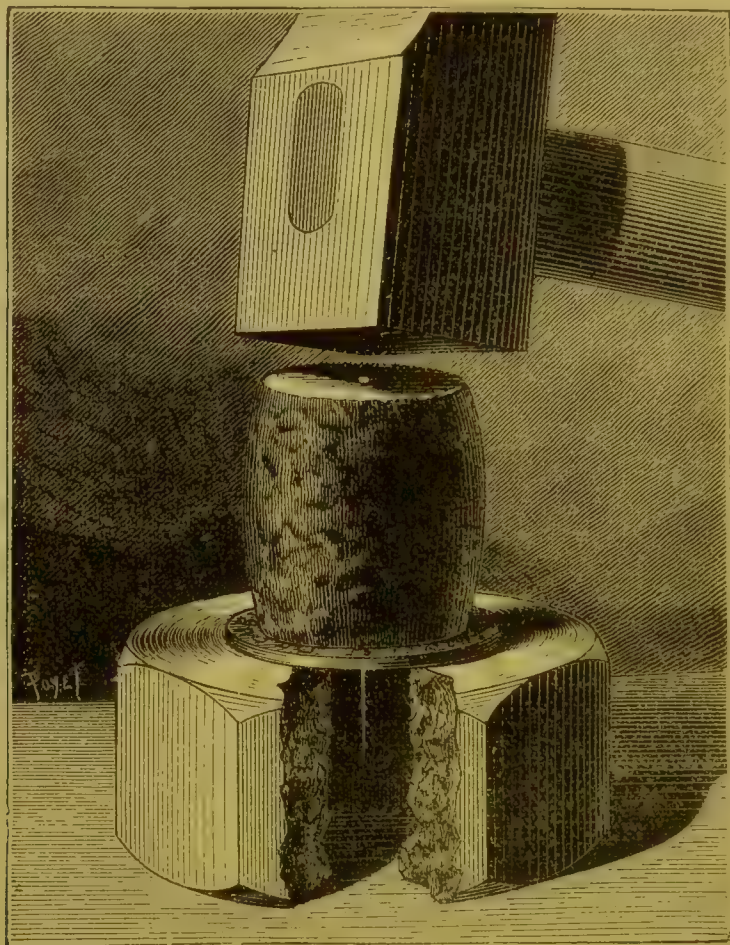



Fig. 35. Maniera di forare una moneta con un ago.

Non è impossibile forare una moneta da cinque centesimi con uno spillo d'acciaio, molto più duro materia della moneta.

Il problema pare insolubile a prima vista poichè se si prova a conficcare uno spillo in un soldo,

così come si pianterebbe un chiodo nel legno, non c'è caso che, ad ogni prova, lo spillo non si rompa, essendo l'acciaio temprato fragilissimo, benchè durissimo.

Ma se si cerca, con un artificio di mantenere lo spillo diritto e rigido al disopra del soldo si può farlo passare nel soldo con un martello.

Per riuscire basta introdurre lo spillo in un tappo di sughero che abbia la stessa altezza; così lo spillo contenuto in un vero astuccio di sughero, non potrà inflettersi in nessun modo e potrà essere energicamente battuto senza esserne rotto.

Avendo così adoperato, ponete l'ago nel suo tappo sopra di un soldo collocato sopra una madrevite comune od anche sopra una tavola di legno grossolano, che non possa esserne guastata, impugnate un buon martello da fabbro ferraio che sia un po' pesante e battete con forza sull'ago (fig. 35).

Se il colpo venne assestato preciso e forte, l'ago attraverserà il soldo da una parte all'altra.

Si può fare con eguale successo questa esperienza con qualunque altra moneta. Dobbiamo però riconoscere che non vi si riesce al primo colpo; bisogna ricominciare da capo alcune volte, ma il fatto è vero, ed io tengo dei soldi così attraversati da aghi.

L'ago conserva una grande aderenza col soldo che ha traforato, e non si riesce a levarlo fuori del buco.

A proposito delle forze e dell'inerzia, io citerò alcuni esperimenti semplicissimi nella loro esecuzione.

Passeggiando, io ne imparai uno che è assai sorprendente.

Passavo un giorno nelle vicinanze dell'Osservatorio, e vidi una quantità di passeggieri fermati attorno ad un prestigiatore di piazza, il quale, dopo aver fatto qualche gioco di bussolotti, eseguì il curioso esperimento che vi descrivo. Egli prendeva un manico di scopa e lo poneva orizzontalmente sopra due striscie anulari di carta. Pregava due fanciulli di tenere quelle striscie per mezzo di due rasoi, in modo ch' esse posavano sulla parte tagliente. Ciò fatto, l'operatore prendeva un bastone solido, e con tutta forza colpiva il manico di scopa alla metà circa: questo volava in ischeggie, senza che le striscie di carta che gli servivano di sostegno fossero state in alcun modo lacerate e tanto meno tagliate dai rasoi.

Un pittore mio amico m' insegnò a fare questo esperimento come è rappresentato dalla figura 36 (pag. 73). S' infigge un ago in ciascuna estremità del manico da scopa, poscia si colloca sopra due bicchieri, aventi ognuno una sedia per sostegno; gli aghi soli debbono essere in contatto col vetro. Se si colpisce con violenza il manico da scopa con un altro bastone solido, quello si spezza ed i bicchieri rimangono intatti. L'esperimento riesce tanto

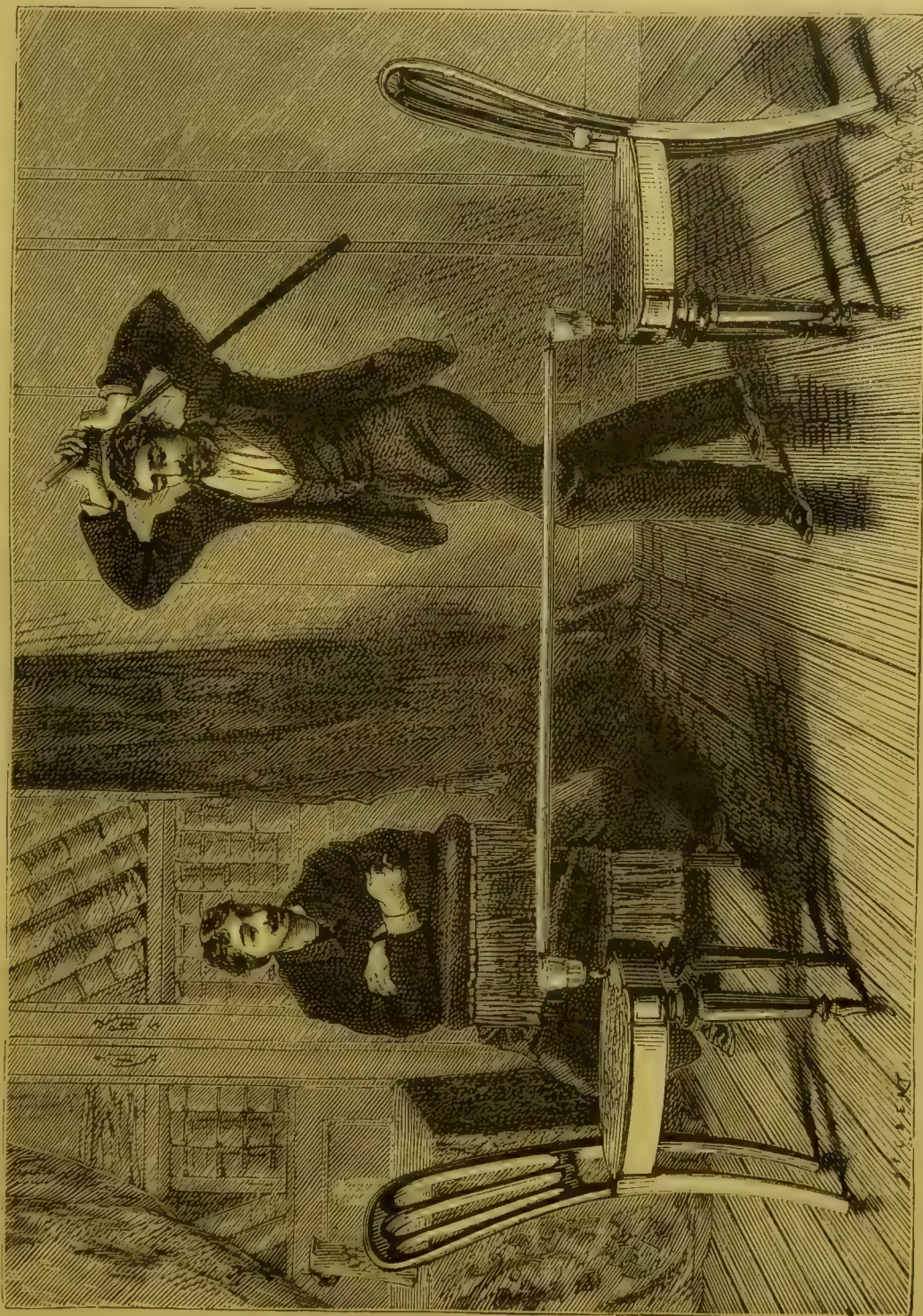



Fig. 36. Esperimento del bastone spezzato sopra due bicchieri. Principio dell'inerzia.

meglio quanto più l'azione della percussione è energica. Questo fenomeno si spiega colla resistenza dell' inerzia del manico da scopa. Il colpo essendo dato secco, l' impulsione non ha tempo di comunicarsi dalle molecole direttamente colpite alle molecole vicine; le prime si separano prima che il movimento abbia potuto trasmettersi fino ai bicchieri che servono di sostegno per mezzo dei due aghl elastici [1].

L'esperimento rappresentato dalla fig. 37 è della stessa natura. Una palla di legno è sospesa al soffitto mediante un filo poco resistente; un altro filo simile è fissato alla parte inferione della palla. Se si tira fortemente il filo inferiore, esso si romperà

[1] L'esperimento che abbiamo descritto è antichissimo; Sircoulon ricorda di averlo trovato descritto completamente nelle opere di Rebelais. Ecco ciò ch'egli dice sopra questo argomento nel *Pantagruel*, lib. II, cap. XVII.

" Nello stesso tempo Panurge prese due bicchieri, scegliendoli entrambi della stessa grandezza, e li riempì d'acqua fino a tanto che ne poterono contenere, e ne collocò uno sopra uno sgabello, e l'altro sopra un secondo sostegno, allontanandoli l'uno dall'altro circa cinque piedi, poi prese un fusto di una pianta lungo cinque piedi e mezzo, e lo collocò sopra i due bicchieri in modo che le due estremità del fusto toccavano solamente l'orlo dei bicchieri; ciò fatto, prese un grosso piuolo e disse a Pantagruel ed agli altri: Signori, considerate come noi avremo facile vittoria dei nostri nemici. Nel modo che spezzerò questo fusto sopra i bicchieri senza che si spezzino non solo, ma senza che si versi una sola gocciola d'acqua, così noi romperemo la testa ai nostri despoti senza che nessuno di noi sia ferito, e senza perdita alcuna delle cose nostre. Ma affinchè non dubitiate d'incantesimi, prendete, disse ad Eusthenes, colpite con quanta forza avete nel mezzo. Il che Eusthenes fece, ed il fusto si ruppe in due pezzi senza che neppure una gocciola d'acqua cadesse dai bicchieri. "

come indica la figura; il moto comunicatogli non avendo avuto il tempo di propagarsi nella massa sferica. Se si tira invece lentamente a poco a poco e senza colpo, è il filo superiore che si romperà,

Fig. 37. Altro esperimento relativo all'inerzia.

poichè in questo caso regge il peso della massa sferica.

Si possono moltiplicare gli esempi dello stesso fenomeno; una palla di piombo lanciata con un fucile contro un vetro, vi pratica un foro rotondo,

mentre che se fosse gettata colla mano, anche con molta forza, essa lo farebbe saltare in frantumi. Lo stelo di una pianta flessibile può essere spezzato mediante un colpo di verga amministrato orizzontalmente con una grande rapidità. La velocità del

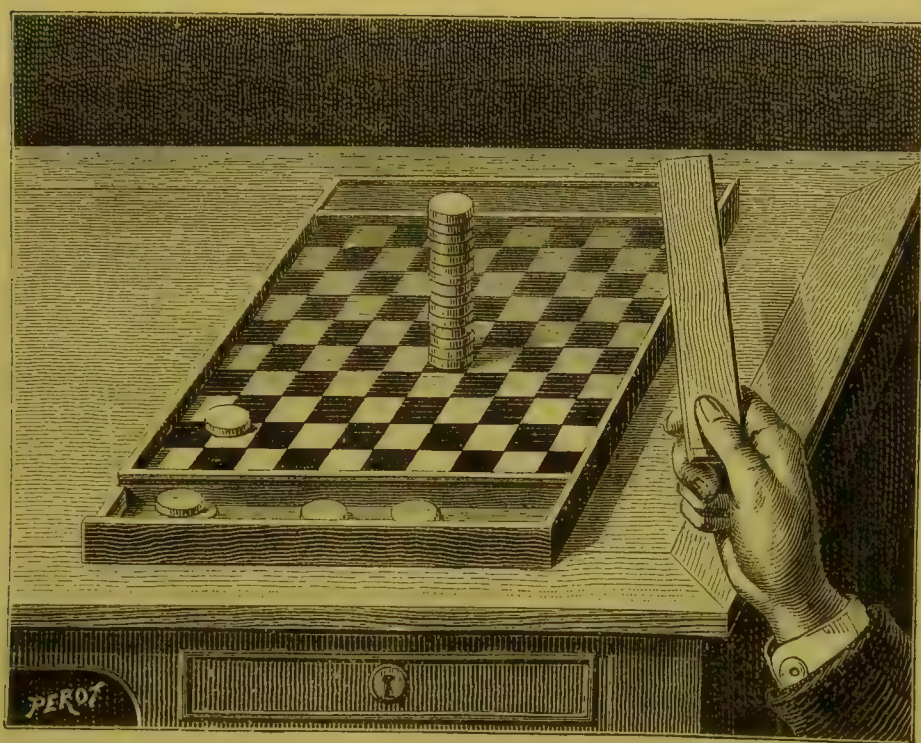



Fig. 38. Modo di far uscire una dama da una pila senza rovesciarla.

corpo che agisce è in questo caso grandissima, e le molecole direttamente colpite prendono una velocità tale da essere separate dalle molecole vicine prima che il movimento abbia avuto il tempo di comunicarsi a queste ultime. Si può per la stessa ragione far uscire da un mucchio di monete una fra quelle che sono collocate verso la parte inferiore

del mucchio, e ciò senza rovesciare le altre. Basta operare con energia e prontezza mediante una riga di legno. L'esperimento riesce benissimo con dame disposte a guisa di pila sopra la damiera. Si opera col mezzo di uno dei piccoli coperchi a tiretto dell' istrumento (fig. 38).

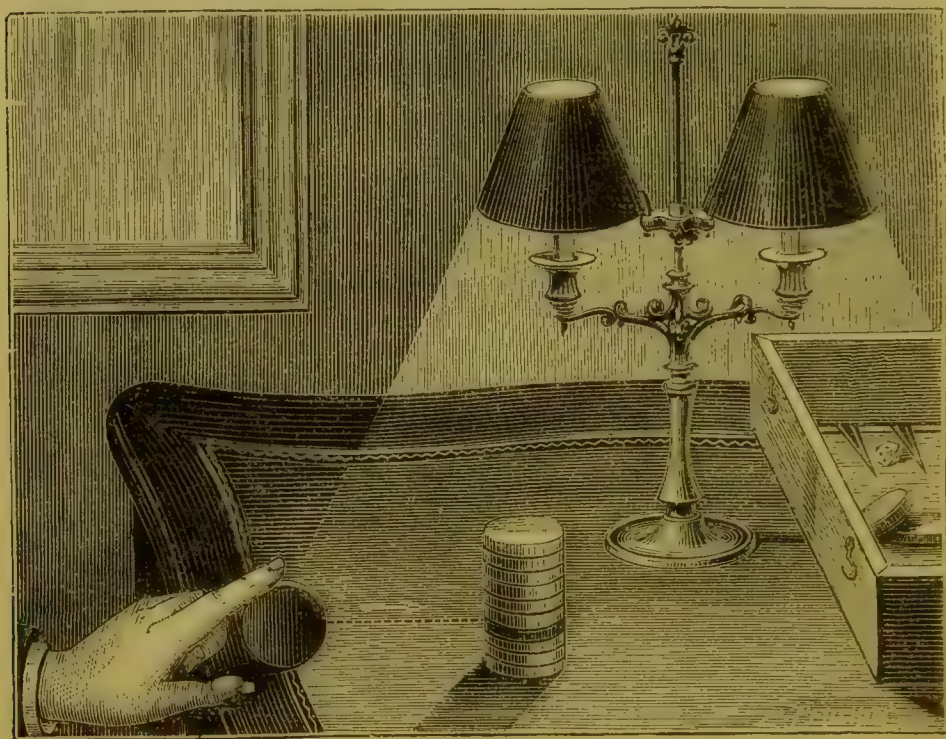



Fig. 39. Il giuoco delle dame.

Ecco alcuni altri esperimenti basati sul principio dell' inerzia.

Cacciare fuori una o due dame da una colonnetta verticale. — L'esperienza rappresentata nella figura 39 viene fatta nel modo seguente.

Si fa una colonnina di dieci o dodici *dame.* Col pollice o coll'indice si lancia con forza una dama

contro la colonna facendole rotolare a quel modo che si vede nella figura.

La dama colpirà nella direzione della tangente la colonna in due modi: 1.° od al punto di contatto di due dame; in questo caso due dame saranno lanciate fuori della colonna; 2.° o al punto di contatto di una sola dama, come nel caso rappresentato, in cui la sola dama nera deve saltare fuori senza che le rimanenti dame della colonna cadano.

Esperimento sull'inerzia fatto coi domino. — Prima si dispongono due domino dritti, poi al di sopra un altro a mo' di porta, colle faccie bianche rivolte all' interno. Sul domino orizzontale se ne dispone un altro, colle faccie nere in contatto. Dopo, sopra di questo quarto domino se ne mettono due altri verticali ed uno orizzontale come si vede nella figura 40.

L'esperienza sta tutta nell'eliminare rapidamente il domino orizzontale più basso senza guastare l'equilibrio del piccolo edifizio.

Perciò si pone innanzi un domino dritto sopra uno dei suoi lati lunghi A B, ad una distanza opportuna, cosicchè facendo passare l'indice fra i due domino inferiori e premendo con forza sull'angolo E, si ottenga con un rapido movimento all' indietro che la retta A B venga in A C.

Se questo movimento di sollevamento verrà op-

portunamente ottenuto, l'angolo D verrà a percuotere rapidamente il domino orizzontale inferiore e lo spingerà nella direzione della freccia F; spostamento che sarà seguito dalla istantanea caduta della

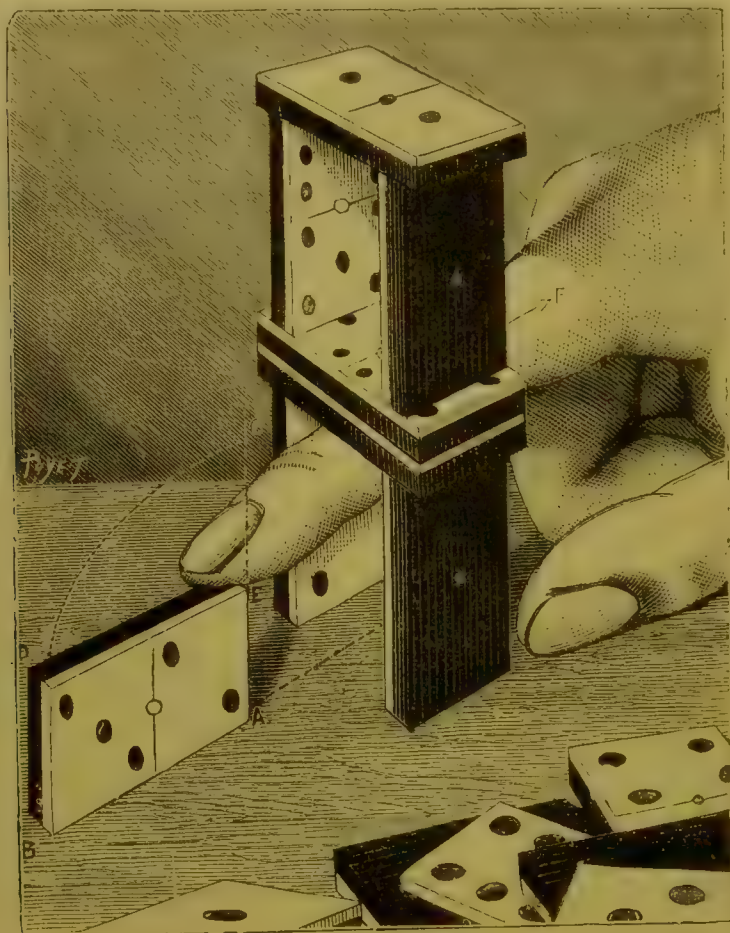



Fig. 40. Il giuoco del domino.

parte superiore sopra i due domino che servono di base.

Il biglietto da visita e la moneta da cinque lire. — Ponete sopra l' indice della vostra mano sinistra, tenuta verticale, un biglietto da visita; sopra la

carta mettete una moneta da cinque lire od anche da dieci centesimi e proponete alle persone presenti di portar via il biglietto senza toccare la moneta.

Per questo voi applicherete colla destra un buffetto un po' forte al biglietto, che viene lanciato lontano lasciando la moneta immobile sul dito. È necessario dare il colpo bene orizzontalmente, nel piano del biglietto, come dimostra l'incisione (fig. 41).

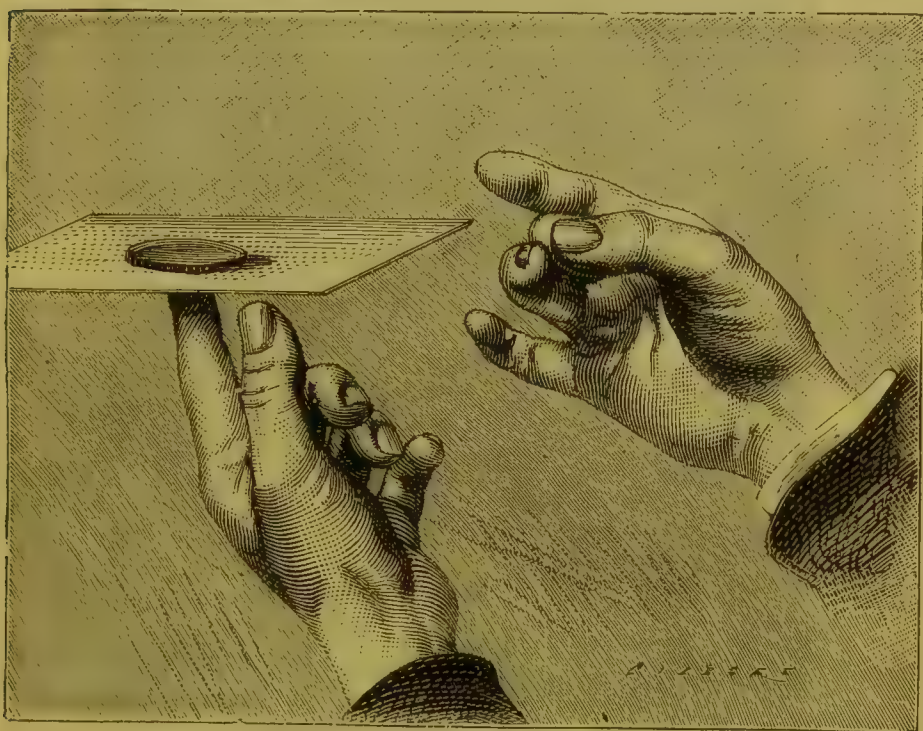



Fig. 41. La moneta ed il biglietto da visita.

Il piatto e la pila di monete. — Voi deponete una dozzina di monete differenti sopra di un piatto e proponete a chi assiste di deporle nel medesimo

ordine sulla tavola. Gli inesperti tentano invano. Per riuscire innalzate il piatto a trenta centimetri al disopra della tavola, abbassatelo rapidamente di una ventina circa di centimetri e tira-

Fig. 42. Le monete in un piatto.

telo verso di voi; le monete, mancando di sostegno, cadono sulla tavola conservando la loro posizione (fig. 42).

È veramente abbastanza difficile far cadere la torretta di monete senza separarle; tuttavia con un po'

di destrezza e di esercizio vi si riesce. È meglio far cadere la torretta sopra un tappeto, che ammorza l'urto, piuttosto che sopra una tavola di legno elastico.

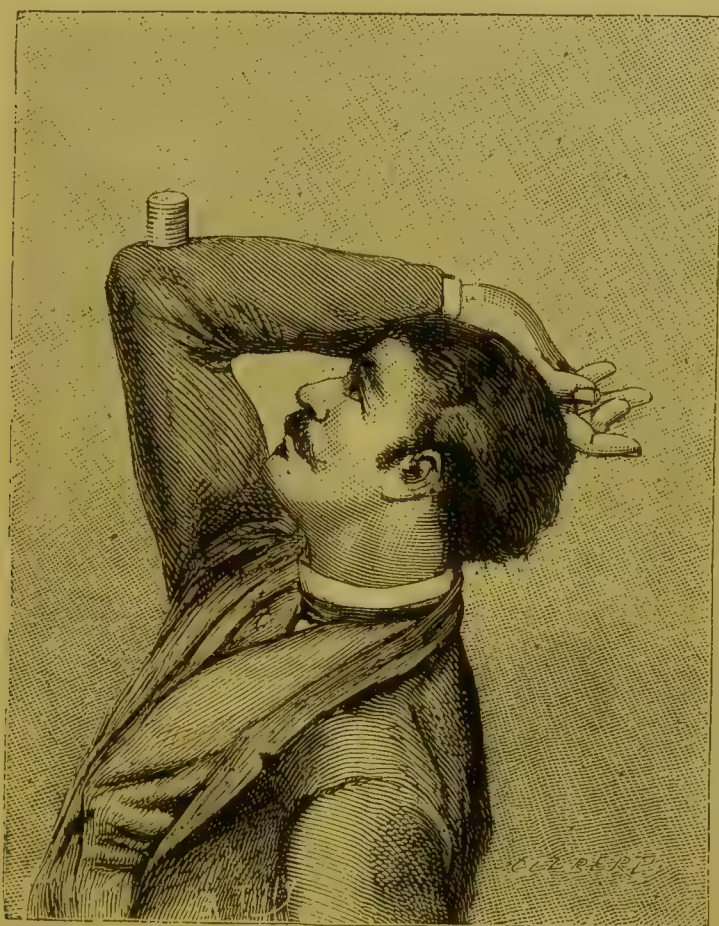



Fig. 43. La torretta di soldi sul braccio.

La torretta di soldi sul braccio. — Ecco un'altra esperienza divertente dello stesso genere che io eseguiva nella mia gioventù. Questa si fa sollevando il braccio allo indietro, di modo che il cubito sia bene orizzontale. Vi si pone una torretta di mo-

nete (fig. 43). Se da questa posizione rapidamente si abbassa il braccio, la torretta, mancante di sostegno, rimane isolata nello spazio e può essere rapidamente impugnata dalla mano che si abbassa.

Si può riuscire così a cogliere colla mano una dozzina di monete sovrapposte da dieci centesimi o da cinque lire senza che nessuna caschi sul suolo.

Bisogna badare che non si abbiano davanti dei mobili, giacchè nei casi in cui non si riesce le monete vengono lanciate con forza.

Prendete una striscia di carta e collocatela sull'estremità di un camino di marmo. Ponetevi in equilibrio e ritta sul suo taglio una moneta da 5 franchi d'argento, oppure una moneta da 10 centesimi di rame. Se prendendo con una mano l'estremità libera della striscia di carta, voi la colpite poscia fortemente e rapidamente (fig. 44), potrete ritirarla senza far cadere la moneta posata sull'altra estremità.

Non è cosa impossibile il togliere da una tavola servita per una persona, una salvietta adoperata a guisa di tovaglia, senza disordinare gli oggetti che vi si trovano sopra. Basta un repentino moto orizzontale.

Sturare una bottiglia senza toccare il tappo. — Voi prenderete una bottiglia ben turata di vino o di birra; con una tovaglia formerete un cuscinetto che terrete colla mano alla parte inferiore della

bottiglia. Batterete fortemente ed a colpi replicati contro di un muro (fig. 45); in virtù del principio dell' inerzia il liquido caccia il tappo, e talvolta quando si tratti specialmente di birra o di

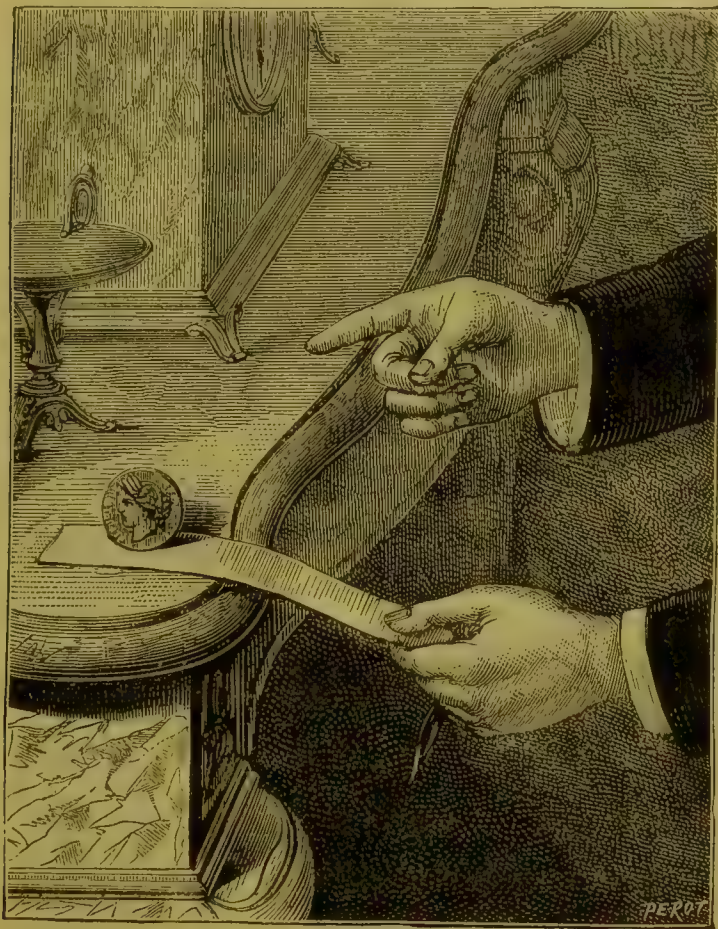



Fig. 44. Esperimento sul principio dell'inerzia.

acqua gasosa, con tanta forza che una parte del liquido ne sprizza fuori e con gioia dell'operatore inonda gli spettatori curiosi.

La figura 46 mostra un altro esperimento che si avvicina ancora ai principii dell' inerzia. Si pone

una moneta da 50 centesimi sopra una tavola coperta da una tovaglia o da una salvietta. Si copre poscia con un bicchiere capovolto, in modo che questo riposi sopra due monete da 10 centesimi.

Fig. 45. Curiosa maniera di sturare una bottiglia.

Si propone allora il problema seguente ai circostanti: trattasi di far uscire la moneta da 50 centesimi di sotto al bicchiere senza toccarlo, e senza introdurre nessun oggetto dalla sua parte inferiore. Per risolvere questo problema basta grattare la to-

vaglia vicino al bicchiere coll' unghia dell' indice; l'elasticità del tessuto comunica il moto alla moneta da 50 centesimi, e mercè la sua inerzia, essa si avanza a poco a poco avvicinandosi al dito che si

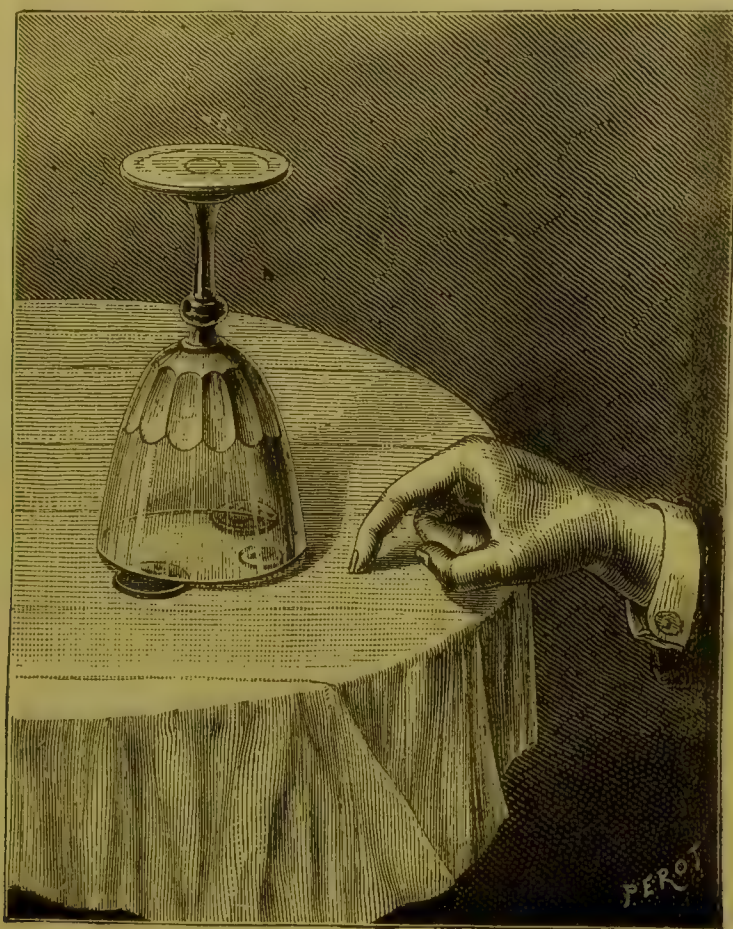



Fig. 46. Moneta di 50 centesimi messa in movimento.

muove, al punto da uscire completamente dal bicchiere sotto il quale essa era imprigionata.

Esistono ancora altri giuochi basati sull'inerzia: uno fra essi consiste nel collocare in mezzo ad una circonferenza un tubo a cono tronco di feltro, al-

l'estremità superiore del quale si collocano le monete depositate da ogni giuocatore; il tubo preso di mira con un piccolo bastone abbandona le monete nel circolo quando viene colpito; ora la condizione

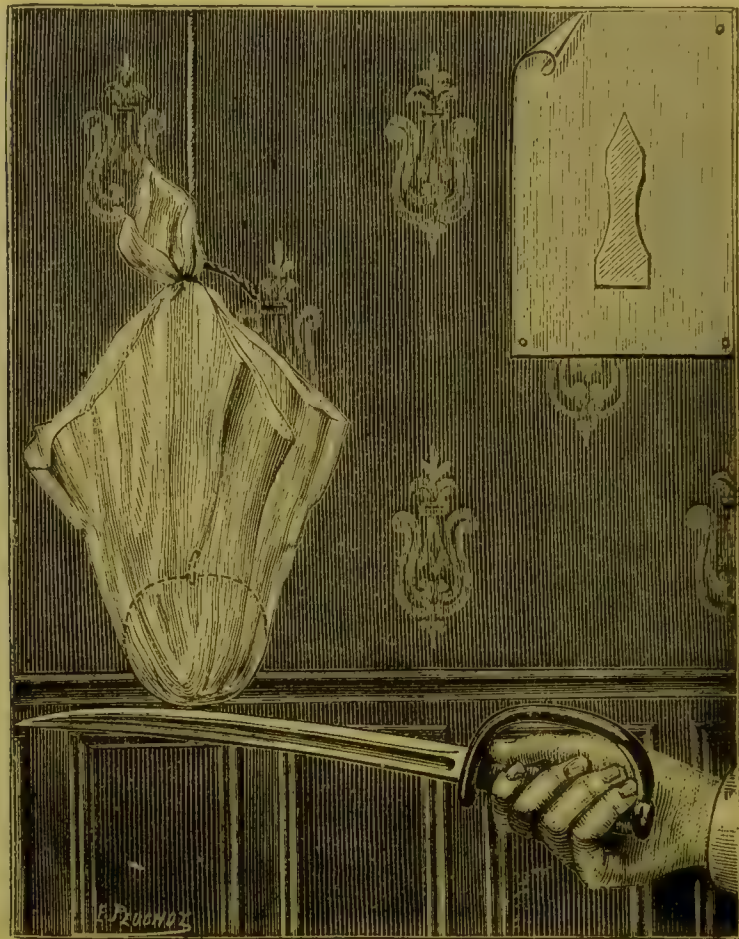



Fig. 47. La sciabola e la mela.

consistendo nel far uscire le monete dal circolo, bisogna evitare di battere il tubo.

Tagliare una mela tenuta entro un fazzoletto senza tagliare il fazzoletto. — La mela viene avvolta in un fazzoletto appeso ad uno spago, come dimostra

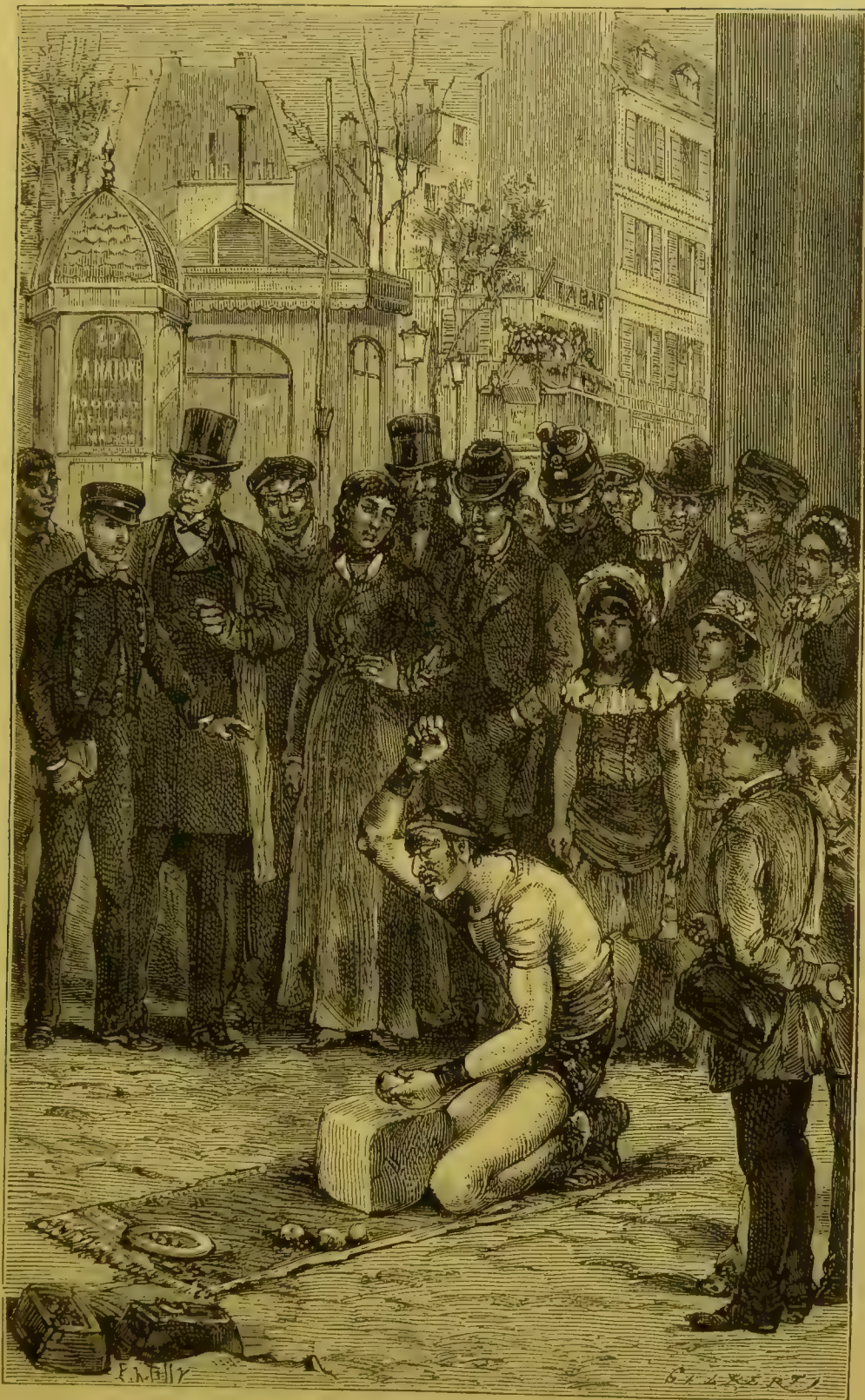



Fig. 48. Saltimbanco che spezza delle pietre con un colpo di pugno.

la fig. 47. Si piglia una sciabola od un pesante coltello la cui sezione si trova rappresentata all'angolo superiore destro della figura. È bene che il taglio della lama sia poco acuto; ma quanto più la lama sarà pulita e taglierà meglio si riescirà nel giuoco; bisogna applicare il colpo senza movimento di sega, perpendicolarmente al punto di sospensione. Se la lama è un po' spessa la mela salta leggermente ed in questo tempo il fazzoletto penetra colla lama senza esserne tagliato.

Nel 1887 vi erano al Circo di Parigi dei pagliacci abilissimi nell'eseguire questa esperienza con grande destrezza.

Gli è per l'inerzia della materia che le polveri dei nostri abiti sono scacciate per mezzo delle battiture, ogni particella tendendo al riposo; quando il colpo mette in moto bruscamente la stoffa che le contiene, esse rimangono indietro e l'abbandonano. Quando una corda viene mossa con impeto, poscia trattenuta nel massimo della sua velocità, la parte estrema che ha la più grande velocità tende a fuggire dalle altre, e se ne fugge spesso con rumore; è questo che costituisce il colpo secco della frusta. Per la medesima ragione l'acqua lascia le foglie d'insalata quando si scuotono con violenza in un paniere.

È pure in seguito alla forza viva acquistata dall'inerzia in riposo, che si spezzano dei ciottoli a colpi

di pugno. Già conosciamo con qual sotterfugio i giocolieri d' ultima classe ottengano di spezzare delle pietre col pugno con grande stupore del pubblico speciale di questi spettacoli (fig. 48). Questo esperimento è fatto dai giocolieri nelle nostre fiere. Ecco in qual modo: la mano destra essendo fasciata con un pannilino, colla sinistra si prende il ciottolo da rompere (un pezzo di selce) il quale si applica sopra una grossa pietra, un pavimento od un'incudine, poi con la mano destra vi si batte sopra a colpi ripetuti, avendo cura di sollevare il ciottolo da rompere ad una piccola distanza dall' incudine, ogni volta che il pugno è vicino a toccarla; l'oggetto prende allora la velocità del pugno che colpisce, ed urtando con violenza contro l'appoggio, si spezza con grande facilità. Sebbene questo esperimento sia così semplice, pure stupisce sempre i nostri contadini.

Nei trattati di fisica e di meccanica l' inerzia è definita dicendo che un corpo in quiete non può da solo mettersi in movimento, e che un corpo in movimento non può modificare da solo il suo movimento.

Moneta che rotola sopra di un parasole. — Ricorderemo dapprima l' esperienza che fanno certi giocolieri di far correre uno scudo d' argento sopra uno di quegli ombrelli giapponesi di carta che

oggidì si trovano così frequenti nelle botteghe e nelle case. Il parasole gira rapidissimamente ed agli occhi degli spettatori sembra che la moneta rimanga ferma. In realtà il parasole gira sotto la moneta (fig. 49).

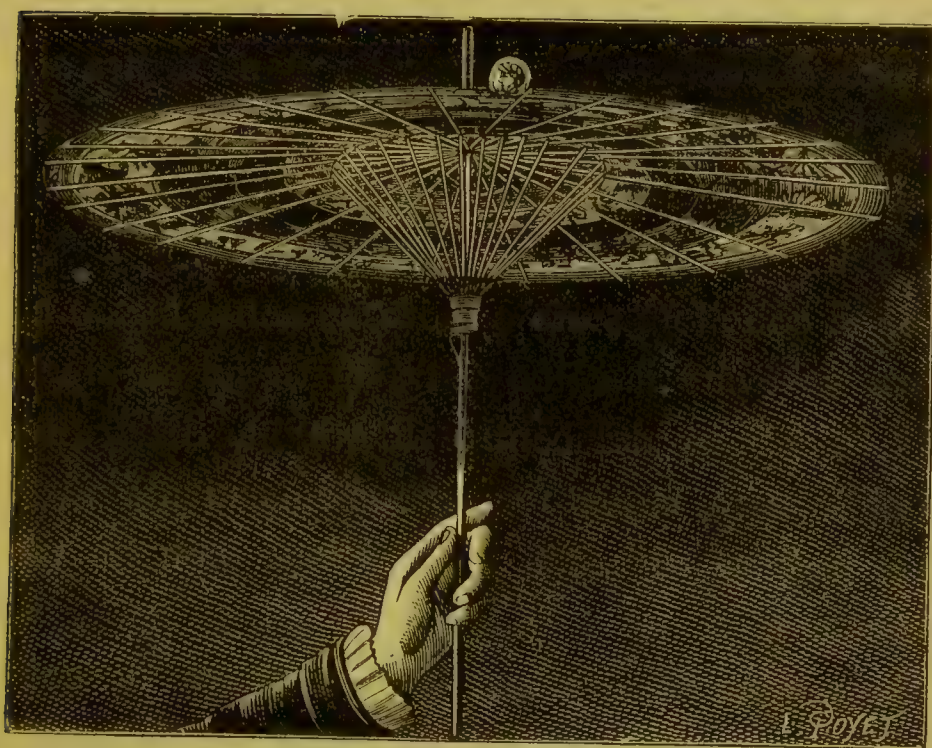



Fig. 49. Moneta rotolante sopra un parasole giapponese.

Vi è in questo caso un'applicazione del principio dell' inerzia di cui abbiamo detto or ora. Questo giuoco di destrezza è eseguito con molta abilità dai saltimbanchi giapponesi.

Tagliare una pesca col suo nocciolo. — Si prende una pesca non bene matura e di mezzana grossezza in cui si introduce la lama di un coltello in modo che

questa lama sia perpendicolare all'asse del nocciolo, e il suo taglio tocchi il margine più sottile. Se la pesca è troppo matura per rimanere aderente alla lama verrà fissata con un filo sottile, ma sempre in modo che il taglio del coltello si trovi in contatto collo spigolo del nocciolo. Il tutto viene tenuto leggermente colla mano sinistra per l'estremità del manico del coltello; poscia colla mano destra si applica un colpo rapido e forte sopra di questo (figura 50) vicino al frutto colla parte larga di un altro coltello.

Se il coltello è stato opportunamente messo nella pesca così che il colpo si trasmetta ad un dipresso nella direzione del centro di gravità del frutto, il nocciolo sarà tagliato perpendicolarmente al suo asse, insieme al seme che contiene, con un taglio nettissimo.

Sarà bene servirsi per questa prova di coltelli da dozzina, cosicchè non vi sia pericolo di guastare la parte opposta al taglio (il dorso della lama).

Si possono fare molti giuochi consimili fondati sull'inerzia. Uno di questi giuochi sta nel porre in mezzo ad un circolo un rotolo di feltro foggiato a tronco di cono, alla cui sommità si pongono le monete della scommessa: questo sostegno, preso di mira col mezzo di pezzi di legno o di un piccolo bastone, lascia queste monete nel circolo quando viene colpito. Le condizioni del giuoco sono che le monete

cadano fuori del circolo, ed è necessario di cercare di colpire le monete con forza.

La forza centrifuga si sviluppa allorchè un corpo si muove descrivendo una linea curva e tende a

Fig. 50. Pesca tagliata col suo nocciolo.

sbalestrare questo corpo nella direzione delle tangenti al circolo, cioè perpendicolarmente ai raggi. Cresce questa forza colla velocità del corpo che si muove, col suo peso e col diminuire del raggio del circolo che descrive. Perciò proviamo maggior

difficoltà a descrivere correndo dei circoli piccoli che a percorrere circoli di raggio maggiore.

Far girare un soldo attorno ad un coprilume. — Pigliate colla destra un coprilume conico, nel modo che è rappresentato nella figura 51, e colla mano

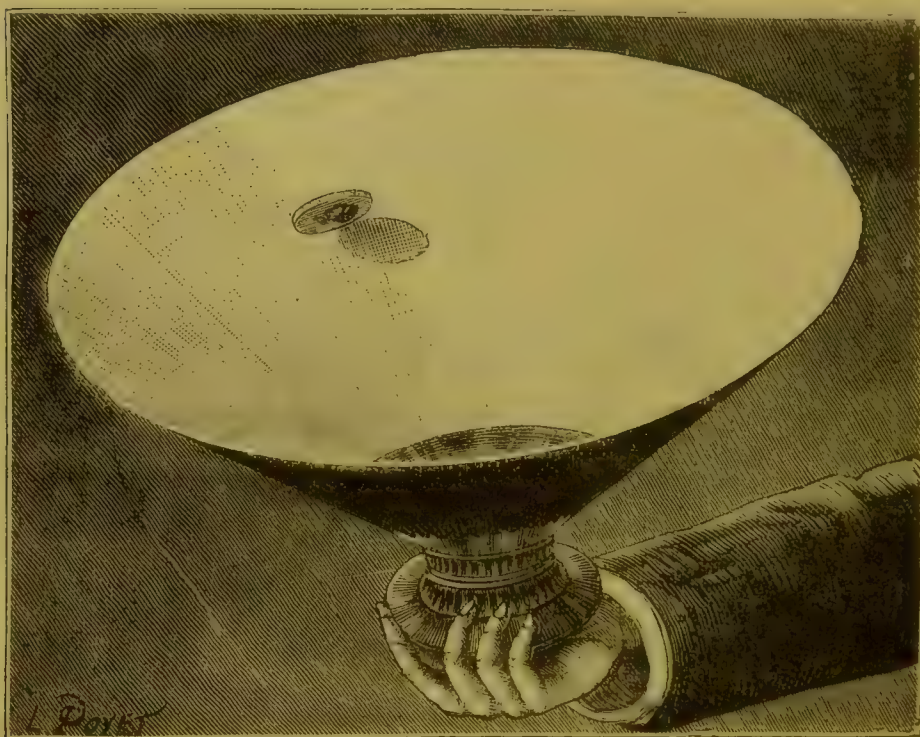



Fig. 51. Rotazione d'un soldo in un paralume.

destra ingegnatevi di far rotolare una moneta, od un pezzo da dieci centesimi contro la superficie interna del cono: contemporaneamente date al coprilume un movimento di rotazione e la moneta girerà senza cadere nel fondo.

Se voi diminuite la velocità della rotazione la moneta discenderà a poco a poco verso il coprilume.

Se invece aumentate la velocità, la moneta risalirà avvicinandosi alla circonferenza superiore. Il movimento della moneta, quando venne avviato, continua finchè si fa muovere il coprilume col movimento circolare. La moneta è tenuta dalla forza centrifuga e gira inclinata verso il centro, come pur fanno in un circolo equestre il cavallo e l'artista che gli sta ritto in piedi sulla groppa. Con un poco di abilità si possono far girare contemporaneamente due monete nel coprilume.

Quest'esperienza è facile a farsi, non abbisogna che di qualche esercizio di destrezza, specialmente per lanciare bene la moneta nell'*istante della partenza,* ma non occorre una straordinaria abilità per riuscire. Noi l'abbiamo fatta facilmente e l'abbiamo fatta fare a parecchie persone poco abituate ai giuochi di destrezza.

In mancanza di un coprilume si può adoperare un catino, una zuppiera od un insalatiera; ma il coprilume di carta dura è più leggiero, meglio maneggevole e dovrà essere preferito.

Effetti della forza centrifuga. — Gli effetti della forza centrifuga si manifestano in molti casi della vita e converrà spesso tener calcolo di questa forza.

Quando un treno deve percorrere una strada circolare a grande curva si inclina la strada verso il centro affinchè il treno in movimento non sia lanciato fuori delle guide.

Se voi correte rapidamente secondo una linea circolare di piccolo raggio voi proverete la necessità d'inclinare il vostro corpo verso il centro del circolo tanto più quanto sarà più rapida la corsa.

Frequentissimamente osserviamo attorno a noi degli effetti della forza centrifuga.

Quando una ruota gira rapidamente lancia il fango aderente alla superficie del suo cerchio di ferro appunto per l'azione della forza centrifuga.

La stessa forza talora fa sì che si rompano le macine di pietra che girano con soverchia velocità e fa sprizzare le goccioline d'acqua fuori del canestrino.

La fionda. — Allorchè si lancia una pietra con una fionda la pietra sfugge dal circolo che era costretta di percorrere nell'istante in cui si abbandona una delle due cordicelle che la trattenevano: questa pietra parte seguendo la linea tangente, colla velocità da cui era animata nell'istante in cui venne liberata.

Lanciare una patata a grande altezza. — Allorchè ero adolescente e che passeggiavo per le campagne io sostituiva una fionda con una semplice canna e la pietra con una patata. Ecco in qual modo bisogna adoperare per riuscire: si impianta l'estremità della canna in una patata in modo che questa abbia una certa aderenza e si trovi abbastanza unita alla canna. Fatto questo, si fa girare la canna

a mo' di una fionda, fermandola bruscamente al momento che l'estremità superiore è diretta verso il cielo (fig. 52). Si ottiene così di lanciare il tubero ad una grandissima altezza.

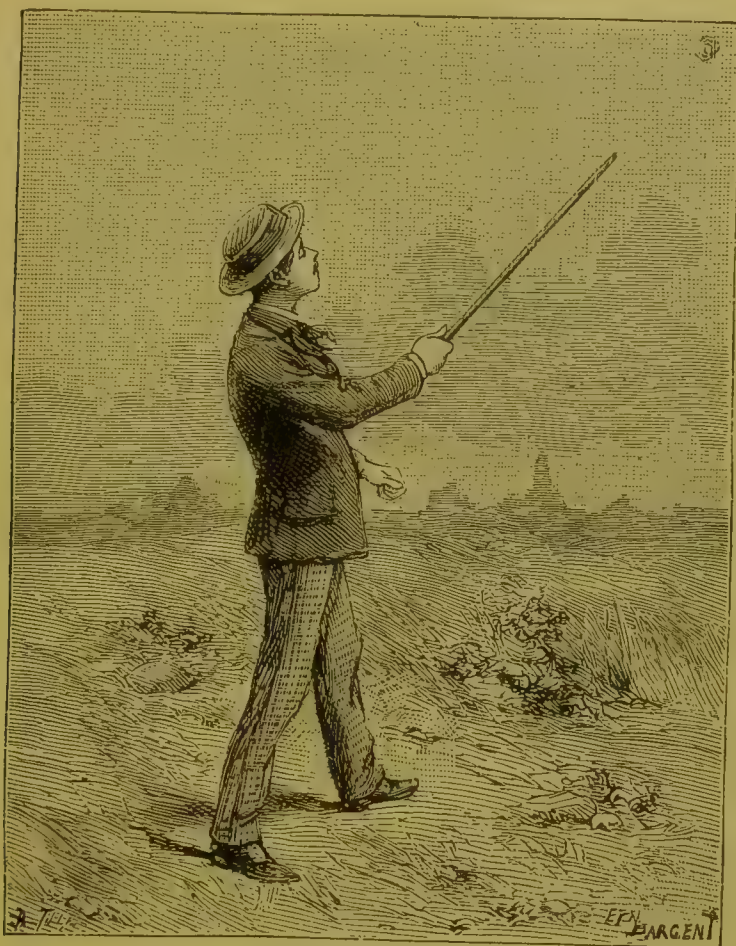



Fig. 52. La canna-fionda.

Ancora della forza centrifuga! In un'altra esperienza ricorreremo ad un semplice bicchiere da tavola posto sopra un disco di cartone, tenuto saldo mediante alcune cordicelle, vi verseremo dell'acqua, e mostreremo che facendolo girare come una fionda,

l'acqua non cade, anche quando il bicchiere assume una posizione verticale dall'alto in basso (fig. 53).

L'esperimento descritto è facilissimo ad eseguirsi, e ognuno può ripeterlo senza alcun esercizio pre-

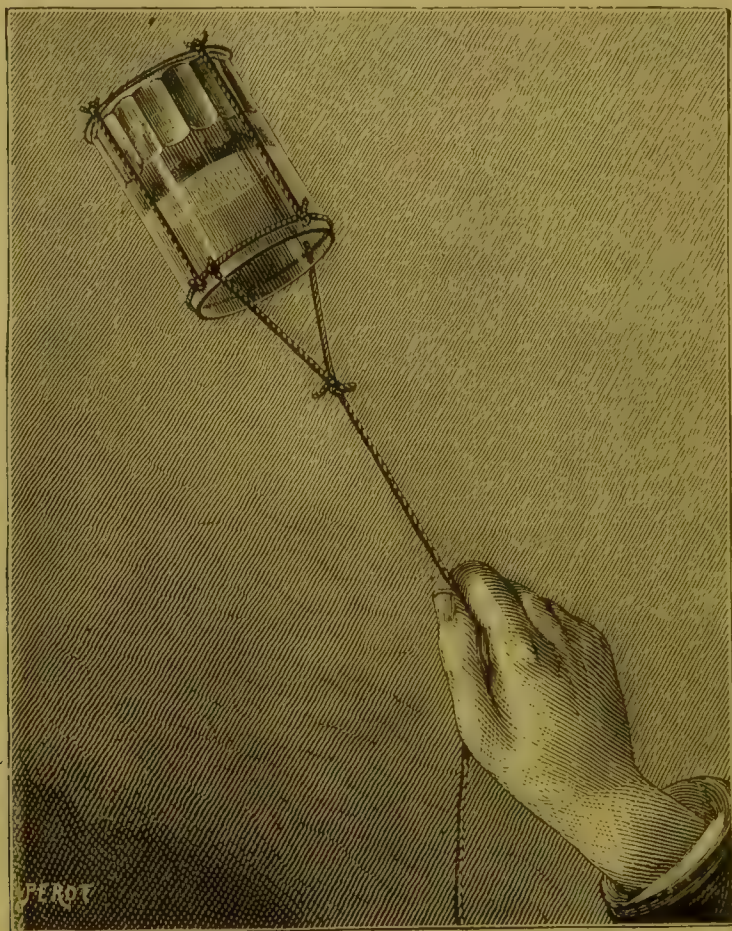



Fig. 53. Acqua conservata in un bicchiere per effetto della forza centrifuga.

liminare. Non è però così riguardo a quello rappresentato dalla fig. 54. Esso consiste nel sollevare un porta-tovagliolo facendolo girare attorno all' indice imprimendogli un rapido moto di rotazione. Questo esperimento è difficile ed esige

una mano molto agile; a noi però è riuscito sempre perfettamente. Si colloca l'indice verticalmente nel mezzo del cerchio da salvietta scegliendone di preferenza uno che sia leggiero; si fa poscia girare

Fig. 54. Porta-tovagliolo sollevato da un rapido movimento rotatorio. Forza centrifuga e resistenza d'attrito.

il cerchio attorno al dito colla maggior rapidità possibile; mercè l'azione della forza centrifuga e la resistenza opposta dall'attrito, si giunge a sollevare il cerchio alzando a poco a poco la mano in rotazione; non è impossibile di condurre il cerchio

fin sopra il collo di una bottiglia ove poi si lascia cadere.

Questo grazioso esercizio è uno di quelli che può esser fatto con successo alla fine di un desi-

Fig. 55. Azione dell'aria animata da un movimento rapido.

nare; trascurando la sua parte futile, può essere oggetto di interessanti considerazioni fisiche.

Non è cosa inutile il far osservare che i gaz, sebbene invisibili quando sono incolori come l'aria, possono provocare delle azioni meccaniche sensibili

allorchè sono animati da un movimento rapido. Soffiando con molta forza in un bicchiere da *bordeaux* che contenga un uovo duro, si giunge a far saltare quest'uovo fuori del bicchiere (fig. 55). Con

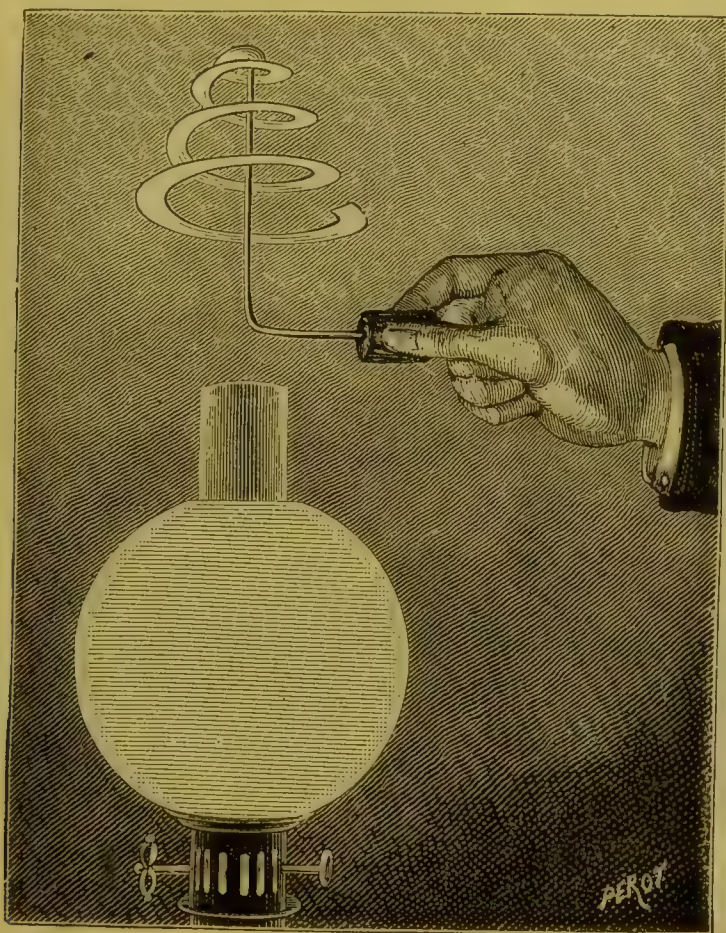



Fig. 56. Spirale di cartone messo in rotazione dal movimento ascendente d'una corrente d'aria calda.

un po' di destrezza e di forza di polmoni non è cosa impossibile, sotto l'azione della corrente d'aria così sviluppata, di far passare l'uovo da un bicchiere in un altro posto vicino.

L'esperimento rappresentato dalla fig. 55 fa parte

dello stesso genere di fenomeni; esso è interessante e può essere variato in diversi modi. Si taglia una carta da giuoco a guisa di spirale che si allunga, in modo che il centro possa essere collocato sopra un filo di ferro ricurvo. Se questo serpente di carta

Fig. 57. Esperimento della trasmissione di un urto mediante l'elasticità.

viene posto in una corrente d'aria calda ascendente, come quella che sfugge dall'estremità superiore di un tubo di lampada accesa, lo vedrete girare con abbastanza rapidità. La spirale di carta può essere ancora collocata col suo sostegno sopra una padella calda.

Ecco così una buona occasione per discorrere del

piano inclinato, del moto dell'aria, della trasformazione del calore in movimento, ecc.!

Ponete alcuni soldi sopra un tavolo, in modo ch'essi si tocchino e che siano bene allineati seguendo una stessa linea retta. Prendete il soldo che è in capo alla fila e lanciatelo contro gli altri facendolo scivolare sulla tavola; il soldo dell'estremità opposta si allontanerà per l'urto trasmessogli dall' elasticità delle monete (fig. 57). Se ripetete questo esperimento con due monete ad un tempo, due monete si allontaneranno all'altra estremità.

IDROSTATICA, SIFONI, CAPILLARITÀ.

I principii dell'idrostatica possono essere spiegati con molta facilità. Lo Schuster, professore e bibliotecario della città di Metz, ci insegnò un modo semplicissimo di dimostrare il principio d' Archimede. Si prende un corpo di forma poco regolare, un sasso, per esempio. Si attacca questo sasso ad un filo e s'immerge in un bicchiere pieno d'acqua fino all'orlo. L'acqua trabocca; e se ne spande un volume eguale a quello della pietra immersa. Si asciuga il bicchiere così scemo. Si colloca poscia sul piatto di una bilancia, e si attacca il sasso ad uno dei ganci dello stesso piattello e si ottiene l' equilibrio con pallini da caccia. Ciò fatto, si prende un vaso

pieno d' acqua e vi s' immerge il sasso sospeso al piatto della bilancia, sollevando questo vaso per mezzo di mattoni. L'equilibrio è allora turbato; per ristabilirlo, basta riempiere d'acqua il bicchiere da

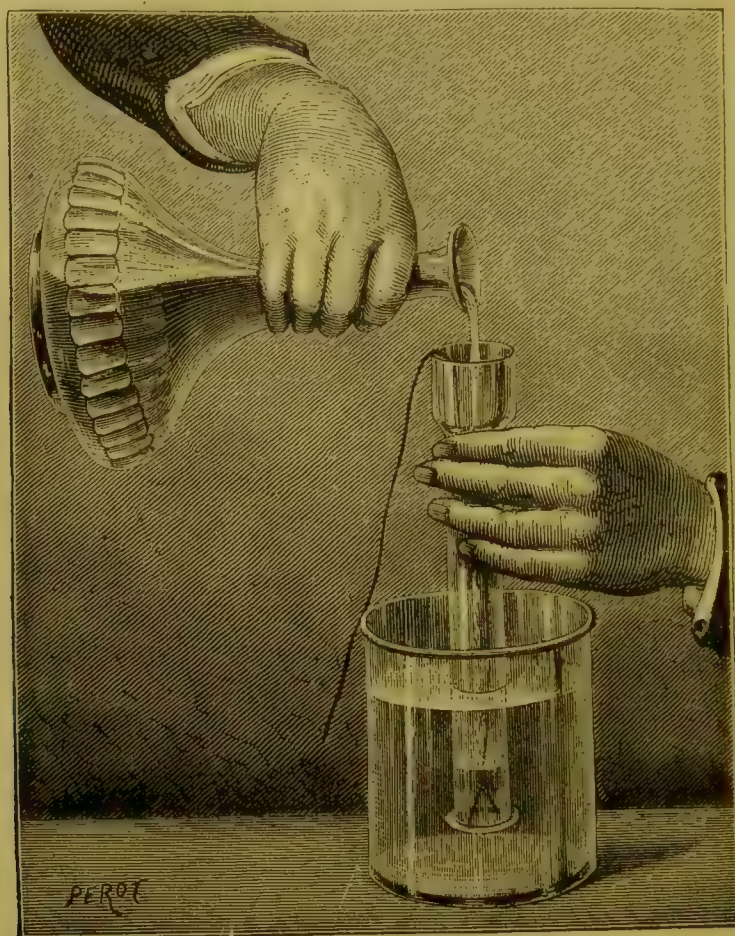



Fig. 58. Dimostrazione della pressione esercitata dal basso in alto dai liquidi.

tavola collocato sul piatto dal lato del sasso, vale a dire basta rimettere nel bicchiere il peso di un volume d'acqua precisamente eguale a quello del sasso.

Se si desidera di far comprendere i principii relativi ai vasi comunicanti, di dare l' idea dei getti

d'acqua, dei pozzi artesiani, ecc., due imbuti uniti fra di loro per mezzo di un semplice tubo di gomma di una certa lunghezza serviranno alla dimostrazione; basterà versarvi dell' acqua e dimo-

Fig. 59. Modo di far stare un ago alla superficie dell'acqua.

strare che l'acqua trabocca da un imbuto se si versa abbondantemente nell'altro sollevandolo ad un livello più alto, ecc.

Un disco di cartone e un tubo da lampada ci basteranno per far comprendere la natura della pres-

sione dal basso in alto esercitata dai liquidi. Io ho applicato sull'apertura di un tubo da lampada un disco di cartone, che trattengo mercè una cordicella: immergo il tubo così chiuso in un vaso pieno d'acqua. Il disco è mantenuto aderente sull'orifizio del tubo dalla spinta del liquido dal basso in alto. Per allontanarlo dall'apertura, basta versare dell'acqua nel tubo fino all'altezza del livello esterno (fig. 58). La pressione esterna esercitata sul liquido è dunque eguale, come quella che s'esercita nell'interno, al peso di una colonna d'acqua avente per base la superficie dell'apertura del tubo e per altezza la distanza del disco dal livello.

Gli schizzetti, le trombe, ecc., sono effetti della pressione atmosferica. I palloni s'innalzano in virtù della spinta dei gaz (il pallone è un corpo immerso in un gas e per conseguenza soggetto alle stesse leggi che governano un corpo immerso in un liquido) [1].

I battelli galleggiano per effetto della spinta dei liquidi; l'acqua zampilla da una fontana per la pressione dei liquidi.

Far galleggiare un ago sull'acqua. — Pigliate un ago comune d'acciaio, fregatelo fra le palme delle mani, ponetelo sopra una forchetta o sopra

1 Quando si pone un grano di uva secca nel fondo di un bicchiere di vino di *Champagne*, si vedono aderirvi delle bolle di gas; il grano di uva sale alla superficie del liquido ove le bolle scoppiano e si staccano; ricade allora per ricominciare nuovamente la sua ascensione.

una forcella fatta con del filo di rame opportunamente ripiegato che voi introdurrete lentamente in un bicchiere ripieno d'acqua. Così riescirete a farlo galleggiare come un fuscellino di paglia. Questo fenomeno avviene perchè l'acciaio ingrassato dalla mano non è più bagnato; si forma perciò un menisco il cui volume è considerevole rispetto a quello dell'ago galleggiante che sposta un volume d'acqua sufficiente a sostenerlo.

Deponete un foglio di carta da sigarette sopra l'acqua di un bicchiere e collocatevi sopra delicatamente un ago; la carta, assorbendo l'acqua, non tarderà a discendere abbandonando l'ago che galleggia alla superficie.

Mi ricordo di aver letto un' applicazione molto utile della spinta e della pressione dei liquidi.

Per far provvista d'acqua, si carica un cavallo di due tinozze, il cui fondo è munito di una valvola la quale si apre dal basso in alto. L'animale entra e s' inoltra nel fiume, le tinozze sono immerse in parte; l'acqua allora esercita la sua spinta, la valvola si alza, e il liquido penetra nelle tinozze. Queste quasi ripiene, il cavallo si volta, esce dall'acqua, non vi è più spinta. È la pressione che agisce in questo caso sulla valvola e che la mantiene chiusa.

Ricordate che i liquidi dotati di un differente peso specifico si raccolgono in strati, cosicchè il

più pesante si trova più basso e vengono successivamente quelli meno pesanti, secondo l' ordine della loro densità.

Così avviene che l'olio galleggia sull'acqua. Per i liquidi che facilmente si mescolano è necessario di metterci un po' di cura per vederli così galleggiare l'uno sopra l'altro.

Ascesa del vino in un bicchiere d'acqua capovolto. — Voi immergerete due bicchieri nell'acqua di una secchia o di una insalatiera e prima di trarneli fuori li avvicinerete cogli orli che si tocchino, cosicchè rimangano pieni.

La pressione dell'aria impedirà che l'acqua contenuta nel bicchiere superiore esca per la fessura. Allontanateli di un tantino, così da lasciare un piccolo intervallo fra i due orli. Con un terzo bicchiere (fig. 60) versate a gocciole del vino sul fondo del bicchiere superiore, da cui si spanderà lentamente sulla superficie laterale, vedrete che il vino, arrivato alla linea di separazione penetra in sottili filuzzi rossi fra i due bicchieri e si innalza in quello superiore per la differenza di densità del vino e dell'acqua.

A misura che il vino si raccoglie nel bicchiere superiore capovolto ne caccia via l'acqua, che cade fuori; perciò sarà prudente eseguire questo esperimento entro una scodella.

Un acino d'uva nel vino di Champagne. — La

figura 61 rappresenta l'esperienza descritta in una nota a pag. 108, in cui le bolle di gas acido carbonico che rimangono aderenti all' acino lo sollevano sinchè venendo a scoppiare alla superficie

Fig. 60. Esperienza sulla densità dei liquidi.

l' acino pel proprio peso ritorna in fondo. Consimile osservazione voi potrete fare col citrato di magnesia granulare effervescente che oggi è comunemente adoperato come bevanda rinfrescante. I granelli di questa sostanza, al contatto dell'acqua, svi-

luppano del gas acido carbonico, che gorgoglia e quest' acido carbonico li solleva rapidamente dal fondo del bicchiere.

Gli esperimenti relativi all' idrostatica e all'effusione dei liquidi s'applicano facilmente alla costru-

Fig. 61. L'acino d'uva nel vino spumante.

zione di piccoli apparecchi assai interessanti. Finora non abbiamo detto nulla del sifone; lo presenteremo qui di fronte sotto la forma curiosa conosciuta col nome di *vaso di Tantalo*. Un personaggio scolpito in legno è collocato nel mezzo di un vaso di vetro nell' atteggiamento di un uomo che desidera bere. Se si versa lentamente dell' acqua in

questo vaso, si vede essere impossibile il far salire il livello dell'acqua sopra la linea orizzontale A B (fig. 62); l' infelice Tantalo vede sempre l' acqua toccargli le labbra.

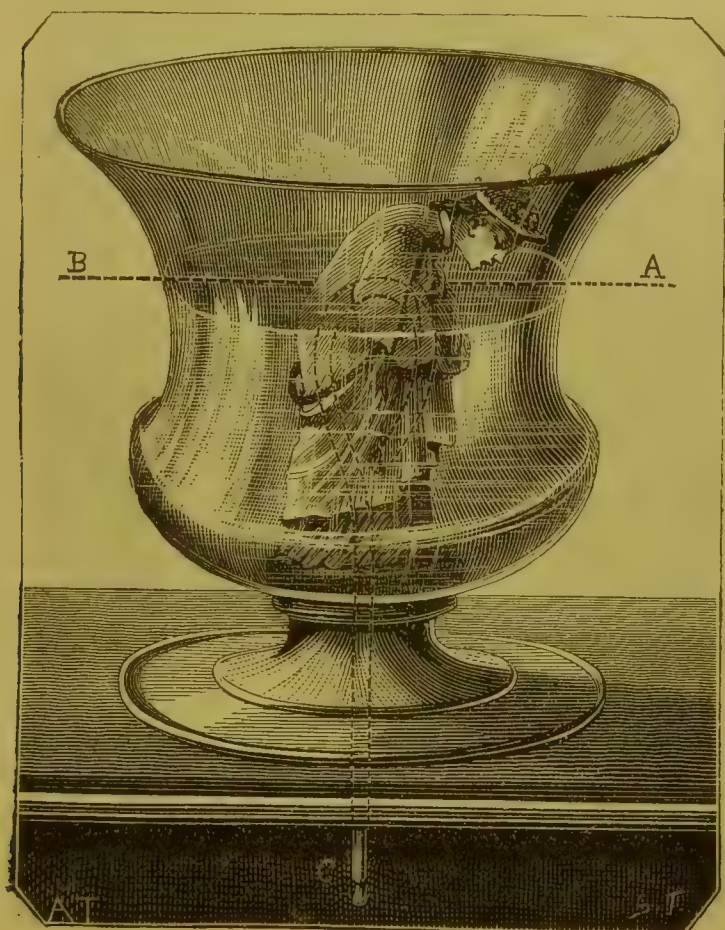



Fig. 62. Vaso di Tantalo.

Questo fenomeno si ottiene per mezzo di un sifone curvo nascosto nella statuetta, e di cui il braccio di sfogo collocato nel piede del vaso perforato, traversa la parte superiore di una tavola munita di un foro. [Quando il livello dell' acqua

s'innalza in A B, il sifone immerso, rappresentato nella nostra figura con una linea punteggiata, agisce spontaneamente, ed il liquido esce sotto la tavola in C.

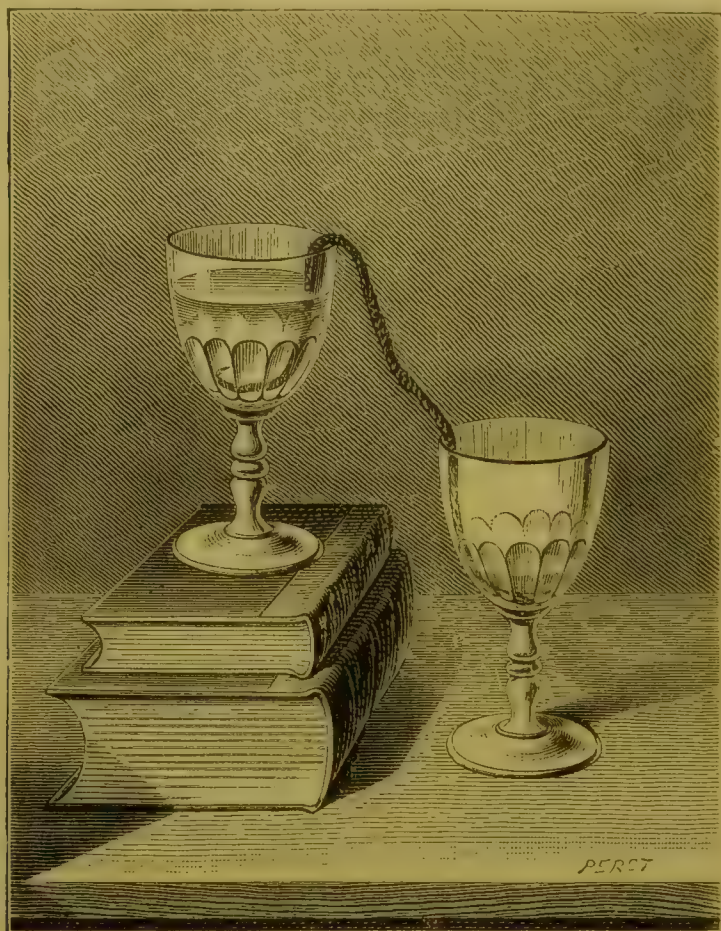



Fig. 63. Un sifone formato con una striscia di panno.

Tagliate una striscia di panno, immergetela nell'acqua e disponetela poscia in modo ch'essa peschi in due bicchieri collocati a diverso livello (fig. 63); se il bicchiere superiore è pieno d'acqua, quest'acqua passerà in breve tempo nel bicchiere inferiore.

La striscia di panno avrà, per capillarità, fatto l'ufficio del sifone.

I fenomeni particolari che si manifestano quando si osserva il livello dei liquidi in spazi strettissimi,

Fig. 64. Esperimento sulla convessità dei menischi.

come in un tubo di vetro sottile, o fra due lastre molto vicine, i fenomeni cioè di capillarità, non necessitano alcun apparato speciale per essere messi in evidenza; ciò dicasi pure riguardo alla convessità o concavità dei menischi.

La figura 64 rappresenta un grazioso esperimento di fisica dilettevole, fatto a proposito di questi fenomeni. Si prende un bicchiere da tavola, lo si riempie d'acqua fino all'orlo, avendo però cura che il menisco sia concavo. Vi si colloca vicino un mucchio di monete da 5 franchi o da 10 centesimi, in mancanza delle prime. Si interrogano allora i circostanti, e si domanda loro quante monete si potranno mettere nel bicchiere senza far traboccare il liquido che contiene. Le persone che non conoscono questo esperimento risponderanno che non ve ne potranno stare che una o due al più, mentre è possibile farcene stare un numero considerevole, fino a dieci o dodici. Se si fanno cadere le monete con precauzione e delicatamente (fig. 64), si vede la superficie del liquido assumere di mano in mano una convessità sempre più spiccata, e si rimane meravigliati delle proporzioni che può raggiungere questa convessità prima che il liquido trabocchi.

EQUILIBRIO DEI CORPI, CENTRO DI GRAVITÀ.

Le nozioni relative al peso dei corpi, al centro di gravità, all'equilibrio stabile od instabile, possono essere facilmente insegnate e dimostrate per mezzo di un gran numero di oggetti a tutti famigliari.

Quando si pone fra le mani di un fanciullo una scatola di soldati modellati con midolla di sambuco, fissati sulla metà di una palla di piombo, e conosciuti sotto il nome di *Prussiani*, gli si offre un'occasione di fare degli esperimenti facili sul centro di gravità. A detta di alcuni equilibristi, non è cosa impossibile, con un poco di pazienza e delicatezza di mano il far stare in equilibrio un uovo sopra una delle sue punte. Per provare questo esperimento si deve eseguirlo sopra un piano perfettamente orizzontale, un camino di marmo per esempio. Si riesce a far stare l'uovo ritto perchè come dimostrano i principii di fisica più elementari, la verticale del centro di gravità passa per il punto di contatto della punta dell'uovo col piano sul quale egli si regge.

La nostra figura 65 riproduce un curioso esperimento di equilibrio. S'infiggono due forchette in un turacciolo di sughero; si colloca il turacciolo in cima ad un sostegno posto entro un bicchiere, ovvero sull'orlo del collo di una bottiglia. Le forchette ed il turacciolo formano un insieme il cui centro di gravità risiede sopra il punto d'appoggio; si può inclinare il bicchiere o la bottiglia, vuotarli anche, senza che l'apparato perda il suo equilibrio. La verticale del centro di gravità passa sempre per il punto d' appoggio, e le forchette oscillano col turacciolo che lor serve di sostegno, formando

un insieme mobile, ma molto più stabile di quello che si sarebbe supposto. Questo curioso esperimento viene spesso eseguito dai prestigiatori, i quali annunciano agli spettatori, innanzi a cui fanno i loro giuochi, che essi assumono l'impegno di vuo-

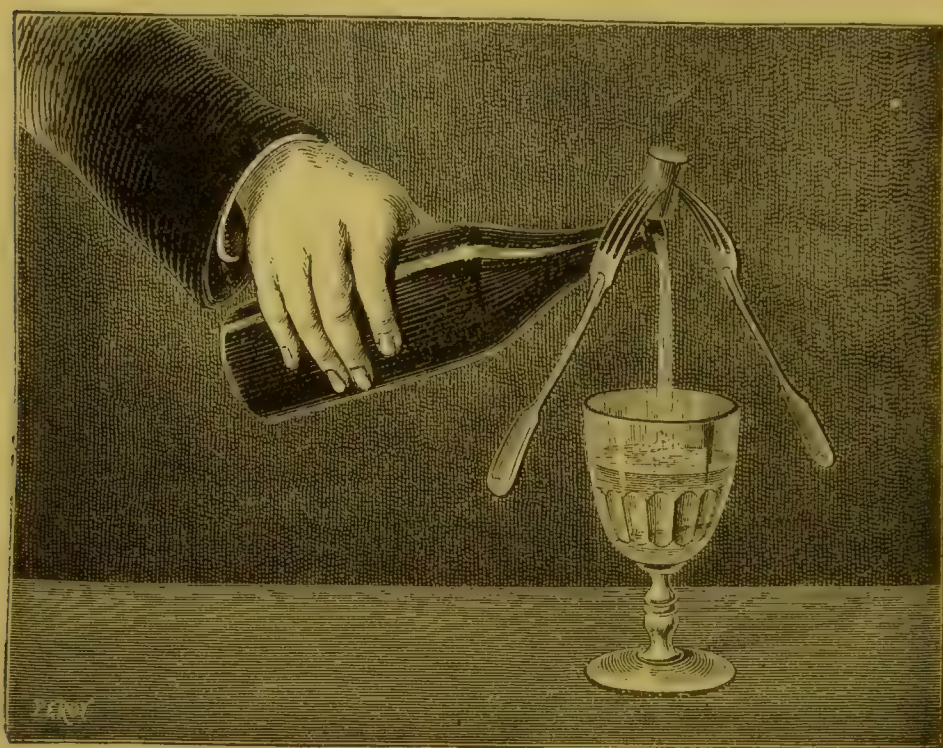



Fig. 65. Esperimento sul centro di gravità.

tare una bottiglia, lasciando il turacciolo sul suo collo.

Noi abbiamo già fatto conoscere questo giuoco di equilibrio nel 1873, nel *Magazzino pittoresco*, ove, poco tempo dopo, un lettore pubblicò lo stesso esperimento sotto una forma più complicata: “ Se si serve una beccaccia in un pranzo, o qualunque

altro uccello a becco lungo, si separa la testa vicina al collo; si fora un turacciolo in modo da potervi introdurre il collo dell'uccello, il quale deve penetrarvi con qualche difficoltà, poi s' infiggono

Fig. 66. Altro esperimento sul centro di gravità.

nel turacciolo due forchette, esattamente come nell' esperimento precedente, poscia finalmente si fa penetrare un ago sotto il turacciolo. Si colloca in seguito questo piccolo apparecchio sopra una moneta disposta in piano sull' orifizio del collo della

bottiglia; e finalmente, allorquando l'equilibrio è bene assicurato, s'imprime un moto rotatorio ad una delle forchette, anche abbastanza rapidamente, se si vuole, evitando però di scuotere il sistema

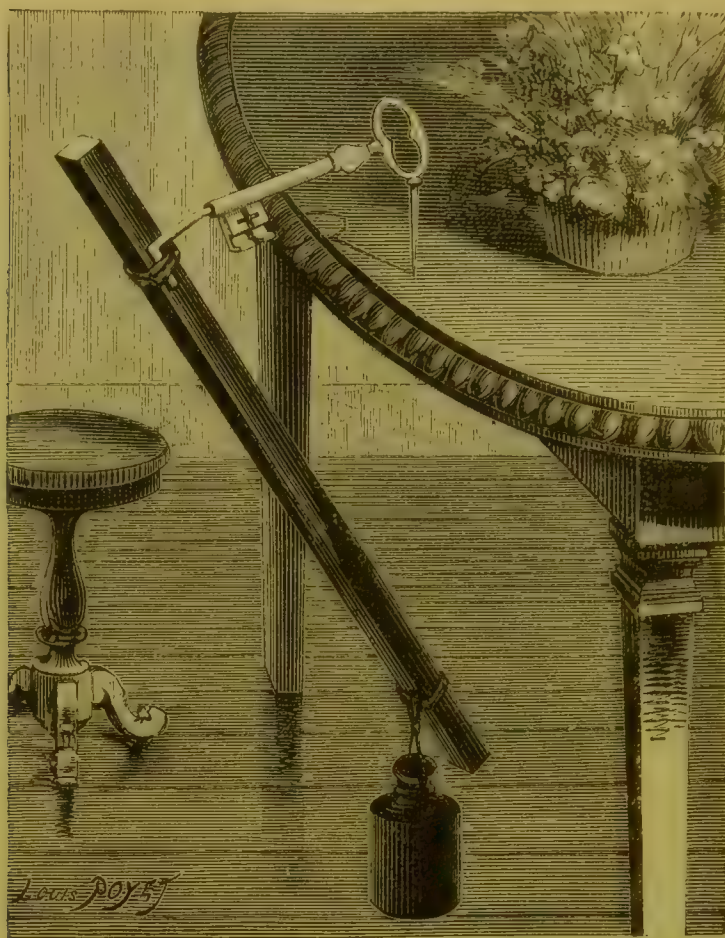



Fig. 67. Esperimento d'equilibrio con uno spillo, un chiodo, una chiave, un regolo di legno e un peso. Centro di gravità.

(fig. 66). Allora si vedono girare sul loro perno, il quale non è altro che una semplice cruna d'ago, le due forchette ed il turacciolo che porta la testa della beccaccia. Nulla v'ha di più umoristico quanto il vedere questo lungo becco d'uccello voltarsi suc-

cessivamente verso ognuno dei convitati, riuniti attorno alla tavola, e talvolta accompagnato da certi singolari e piccoli movimenti oscillatorii che danno a questa testa un aspetto fittizio di vitalità. Questo movimento rotatorio dura abbastanza lungamente. Talvolta si propongono delle scommesse su questo argomento: " Davanti a quale convitato si fermerà il becco? „

Ecco un altro esperimento d'equilibrio che è dilettevolissimo e di facile riuscita. Si prende una chiave, all'estremità della quale si fa penetrare un chiodo ad uncino. Si fissa l'uncino di questo chiodo ad un regolo di legno, per mezzo di una funicella abbastanza resistente. Alla parte inferiore del regolo, si attacca un peso di 50 a 100 grammi. Ciò fatto, si pianta uno spillo a grossa capocchia sull'orlo di una tavola; la chiave munita del suo sistema può esservi collocata in equilibrio, come lo mostra la figura 67. Essa può anche girare sul suo stretto sostegno senza cadere. È forse necessario dire che la spiegazione di questo fatto risiede nell' azione del peso, che, in seguito alla deviazione del regolo rigido, si trova situato sotto la tavola? Il centro di gravità del sistema si trova esattamente sotto al punto di sospensione.

Se s' infigge la punta di due coltelli in un regolo di legno, come lo mostra la nostra incisione (fig. 68), e che si fissi un ago all'estremità del regolo, com-

preso fra i due manichi dei coltelli, il sistema potrà essere messo in equilibrio sulla punta di un altro ago A, piantato verticalmente in un turacciolo.

Nei gabinetti di fisica si trovano sovente dei cilindri di legno, i quali salgono senza alcuna impulsione dei piani inclinati. Un tale fatto sorprende a primo aspetto, ma cessa lo stupore quando si sa che il centro di gravità risiede vicino all' orlo del

Fig. 68. Altro esperimento d'equilibrio. Centro di gravità.

cilindro e consiste in una piccola massa di piombo applicatavi.

Abbiamo già detto come il centro di gravità sia quel punto, ove essendo sostenuto, il corpo rimane in equilibrio. Tutti i corpi rimangono fermi a condizione che il centro di gravità sia costante; ma la stabilità dell'equilibrio è di tanto maggiore quanto più basso si trova questo centro in cui si suppone condensata tutta la materia del corpo.

Tenere in equilibrio un lapis sulla sua punta. — Si apre per metà un temperino e se ne introduce

la punta nel lapis a quel modo che è rappresentato nella figura 69. Poichè il manico del temperino è molto più pesante del lapis il centro di gravità del sistema come si dice in meccanica, cioè del

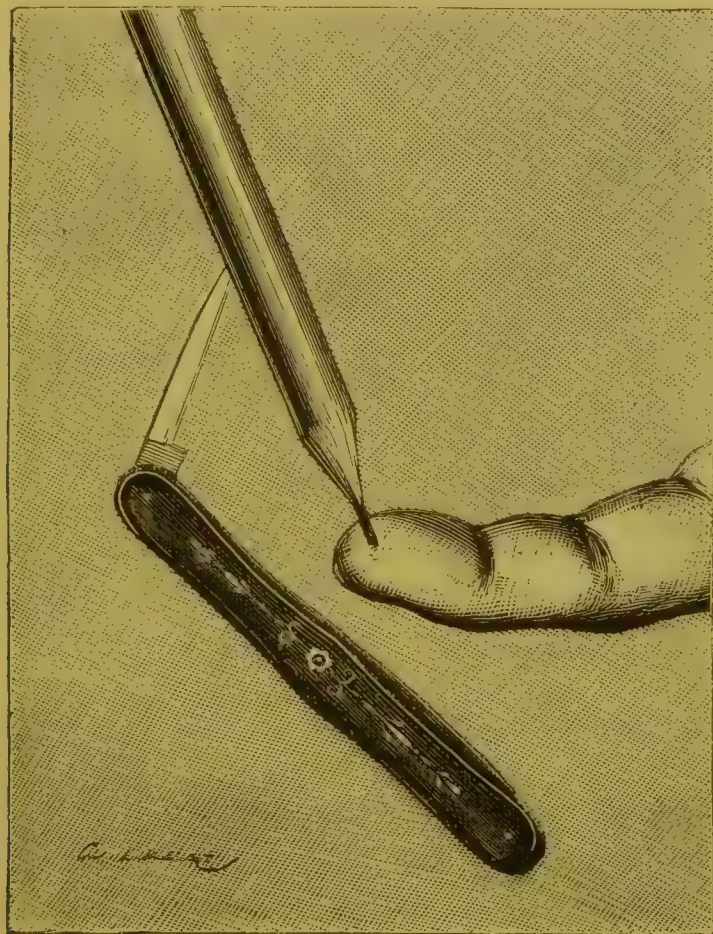



Fig. 69. Un lapis tenuto in equilibrio sulla sua punta.

complesso, si troverà basso, epperciò si otterrà facilmente l'equilibrio.

Il problema dei quattro fiammiferi. — Fendete alla sua estremità un fiammifero ed assottigliate un altro fiammifero a mo' di cuneo cosicchè possa en-

trare nell'intaccatura e rimanervi aderente formando i due fiammiferi un angolo. Posate quest' angolo sulla tavola coll'apice in alto sostenendolo con un terzo fiammifero, come si vede nella parte inferiore

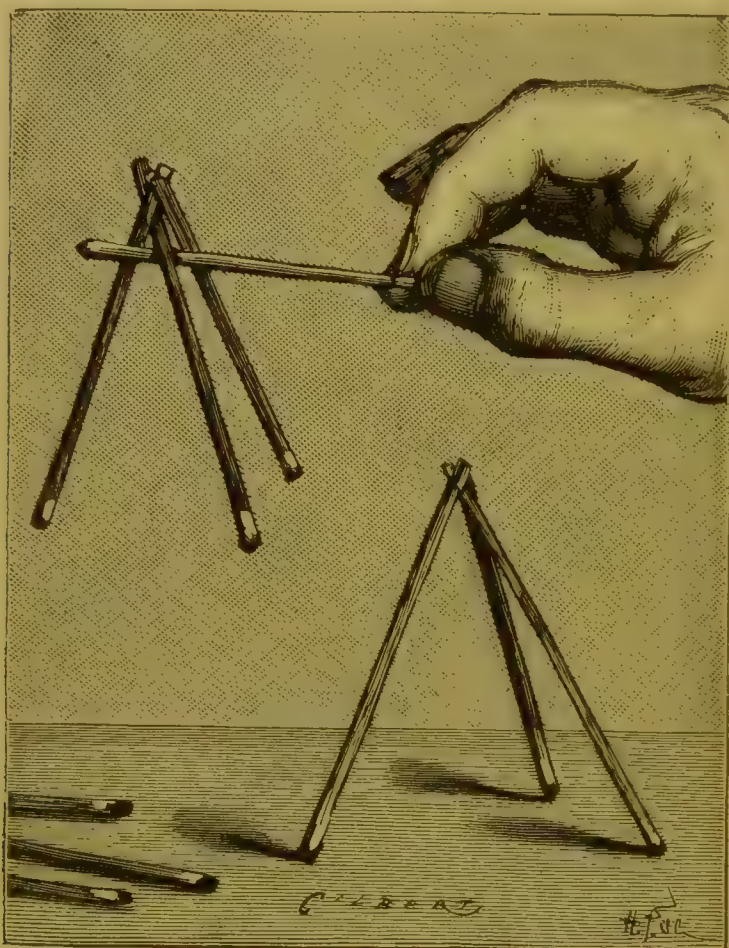



Fig. 70. Problema dei quattro fiammiferi.

della figura 70. Così fatti i preparativi, date un quarto fiammifero a qualcheduno degli assistenti e domandategli di sollevare con questo fiammifero l'insieme degli altri tre.

Se noi crediamo a quanto sta scritto nell' inte–

ressante giornale *Le Chercheur* diretto dal signor Arturo Good, da cui togliamo questo piccolo problema, la ricerca di questo problema può stancare la pazienza anche di qualche architetto e di qualche costruttore. La parte superiore del nostro disegno indica la maniera di procedere per riuscire a questa soluzione. Basta toccare leggermente i due primi zolfanelli così da permettere al terzo di cadere su quello che tenete colle dita, abbassare la mano, così che questo possa passare nell'interno dell'angolo formato dai due primi, e quindi sollevare in aria il zolfanello che tenete su cui rimarranno in bilico i fiammiferi 1 e 2 da una parte e dall'altra il fiammifero 3.

Collocare un bicchiere sopra di tre bastoni che abbiano un' estremità rivolta verso l'alto. — Ozanam proponeva nel XVI secolo questo problema:

" Disporre tre bastoni sopra un piano orizzontale per modo che ciascuno si appoggi sopra di questo piano per una delle sue estremità e che l'altra estremità rimanga sollevata in aria.

" Per ottenere che tre si sostengano reciprocamente sollevati mentre sono appoggiati ciascheduno per una delle estremità sopra di una tavola, quando anche siano caricati d'un peso, senza che possano mai cadere, inclinate sopra questa tavola uno dei tre bastoni così che appoggiandosi per una estremità sulla tavola l'altra sia sollevata. Mettete di tra-

verso sopra di questo bastone, un altro similmente disposto, con una estremità in alto e l'altra che tocchi la tavola. Finalmente disponete come un triangolo il terzo bastone, cosicchè l'estremità sol-

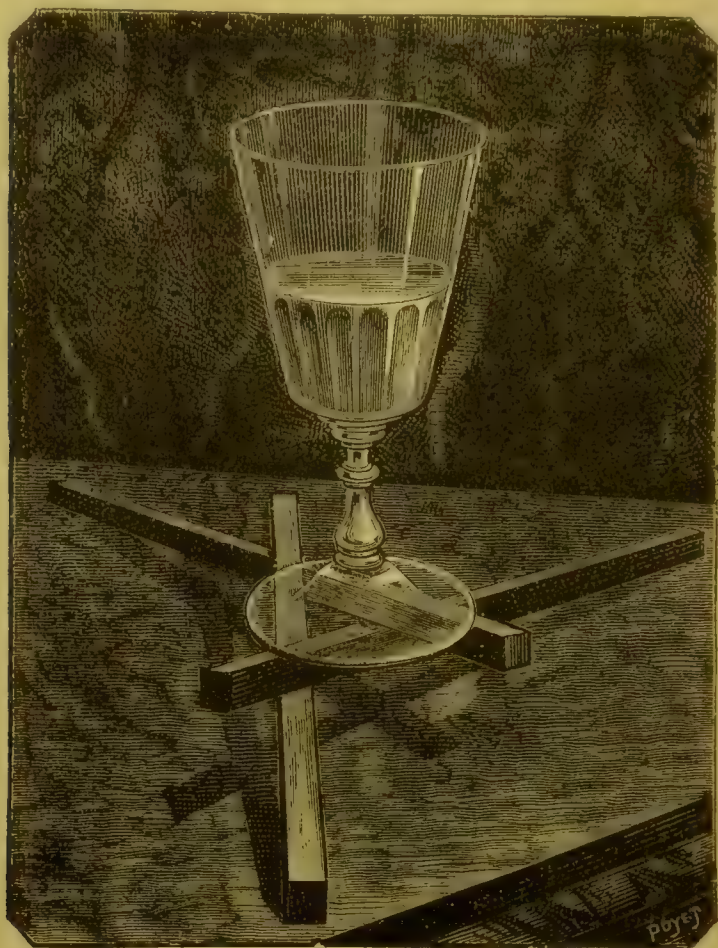



Fig. 71. Il bicchiere e i tre bastoni.

levata passi sotto del primo e sopra del secondo. Allora questi tre bastoni così incrociati si sosterranno mutualmente e non potranno cadere allorchè saranno caricati „ (fig. 71).

La caraffa ed i tre coltelli. — Ad un dipresso

nella medesima maniera si può collocare tre coltelli sopra di tre bicchieri come è rappresentato nella figura 72. Non solo disponendo opportunamente i coltelli, lama contro lama, questi si so-

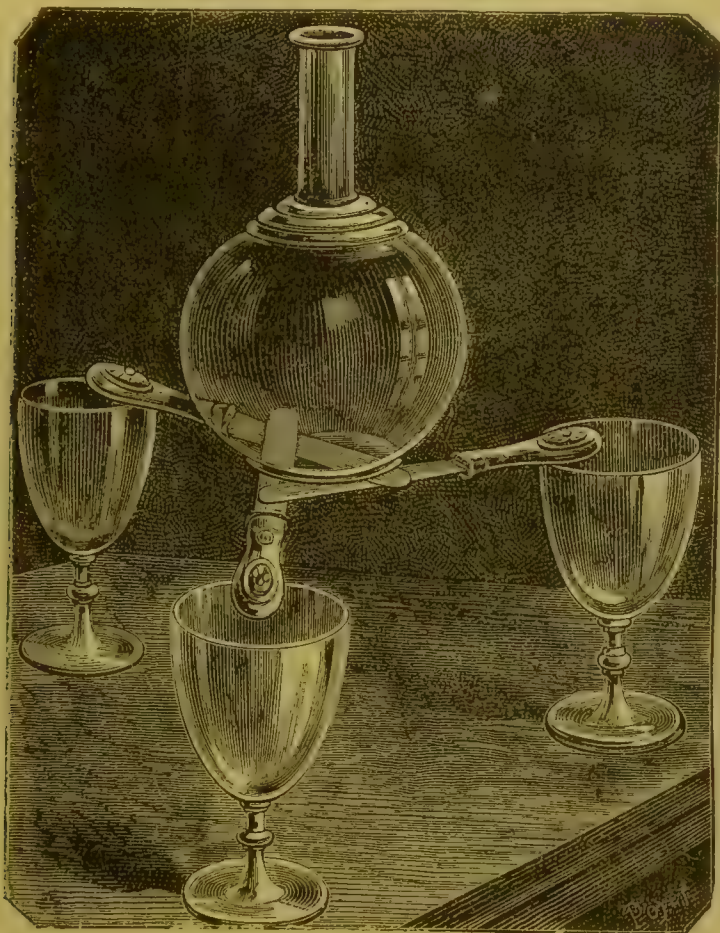



Fig. 72. La caraffa sostenuta da tre coltelli.

stengono fra di loro, ma è facile di collocarvi sopra un oggetto assai pesante come per esempio una caraffa piena d'acqua.

Maniera di sedere senza seggiole. — Uno dei nostri amici che viaggiò molto nell'Africa ci fece

conoscere una curiosissima esperienza di equilibrio, che egli vide spesso fare dai soldati francesi in Algeria quando si trovavano in località pantanose e non avevano di che sedere. Essi si sedevano l'uno sulle ginocchia dell'altro, e quando erano in

Fig. 73. Esperienza d'equilibrio. Maniera di star seduti senza seggiola.

grande numero si disponevano circolarmente in modo che il soldato che terminava la fila si sedeva sulle ginocchia di chi l'aveva cominciata. Formavano così una vera catena continua.

Proponiamo ai nostri studenti di provare questo modo di riposarsi quando si troveranno in parecchi nel tempo delle vacanze.

La fig. 73 rappresenta il giuoco quando è fatto da un certo numero di persone; da trenta a trentacinque giovani, per esempio, bastano per questo giuoco.

Le due forchette e la moneta da cinque lire. — Si incrociano i denti di due forchette e si fa pas-

Fig. 74. Esperienza d'equilibrio sul centro di gravità.

sare fra i denti di mezzo delle due forchette una moneta da cinque lire, e si pone orizzontalmente la moneta sull' orlo d' un bicchiere, sollevandola poscia a poco a poco sinchè le due circonferenze, quella del bicchiere e quella della moneta diventino tangenti esternamente cioè si tocchino per un punto solo.

In questa posizione, dopo qualche tentativo, si potrà abbandonare il sistema che si trova in equilibrio. L'esperienza è rappresentata nella figura 74 con un bicchiere pieno d'acqua che si può versare

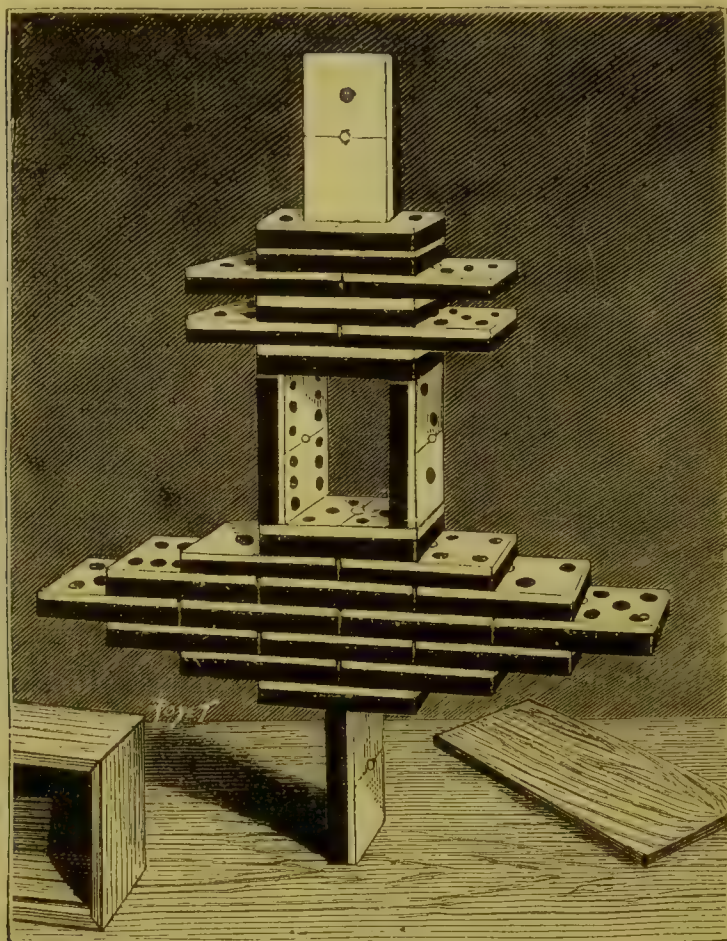



Fig. 75. Esperienza sul centro di gravità fatta col giuoco del domino.

in un altro bicchiere senza che la moneta in equilibrio cada fuori dell'orlo sottile che la sostiene.

Equilibrio di un giuoco di domino. — L'incisione unita insegna il modo di far stare in piedi tutto un gioco di domino sopra di un solo posto dritto.

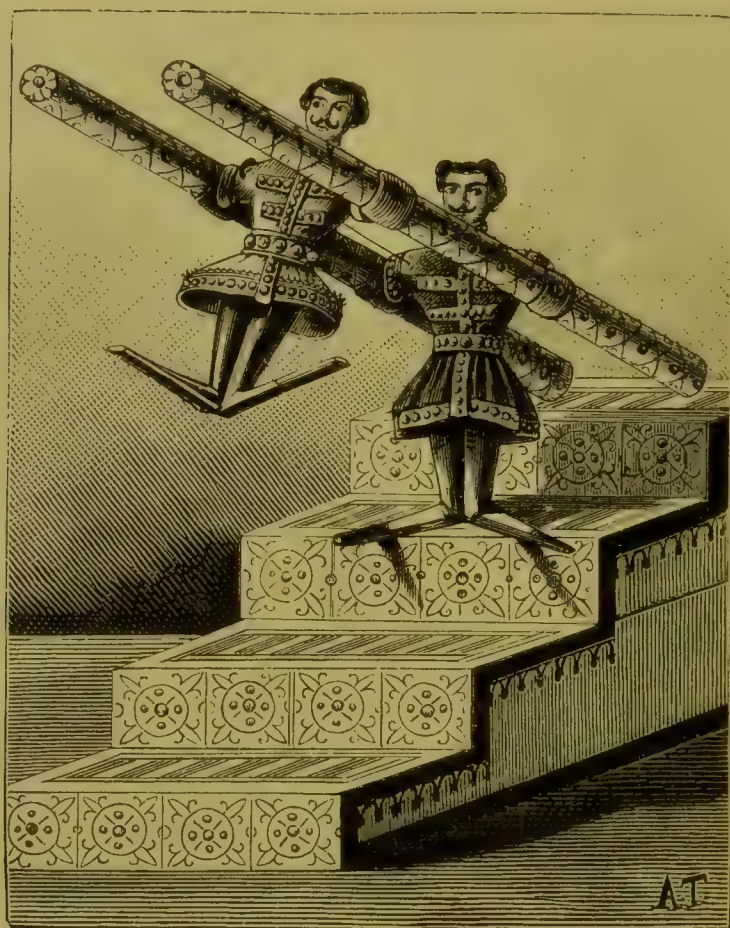
Per rendere più facile la costruzione si comincia a mettere dritti tre domino ed a stabilire il tutto sopra una base più solida essendo il primo domino orizzontale sostenuto da tre punti d' appoggio. Quando l'edifizio è fatto si levano delicatamente i due pezzi che avevano servito da *tutori* a destra ed a sinistra e si pongono con delicatezza alla parte superiore. Si otterrà l' equilibrio quando il centro di gravità del sistema si trova sopra la base di sostegno del domino inferiore.

Conviene servirsi di una tavola bene orizzontale e ben fissa sul pavimento.

La figura 76 rappresenta fedelmente un giuochetto che si vende sui bastioni di Parigi nei primi giorni dell'anno.

Questo piccolo apparato, conosciuto da molto tempo, è una delle più belle applicazioni dei principii relativi al centro di gravità. Con un poco di abilità si può costruirlo da sè medesimi. Esso consiste in due piccole figurine, le quali girano attorno ad assi adattati a due tubi paralleli, contenenti del mercurio.

Quando si colloca l'apparato nella posizione della figura 77, il mercurio essendo in *a*, le due figure rimangono immobili, ma se si abbassa la figura S in modo che venga a posarsi sul secondo gradino (n.° 2) della scala, come indica la figura 78, il mercurio scende in *b* all'altra estremità del tubo;

il centro di gravità si trova bruscamente spostato; la figurina R compie una rivoluzione completa nel senso indicato dalla freccia (fig. 78), e viene a posarsi sul gradino (n.° 3); lo stesso effetto si ripete

Fig, 76. Figurine automatiche.

per la figurina S, e così di seguito, tante volte quanti saranno i gradini da discendere.

Si può sostituire alle figurine un cilindro vuoto di cartone bristol, chiuso alla sua estremità e contenente una palla: il cilindro, collocato verticalmente

sopra un piano inclinato, discende nello stesso modo delle figurine.

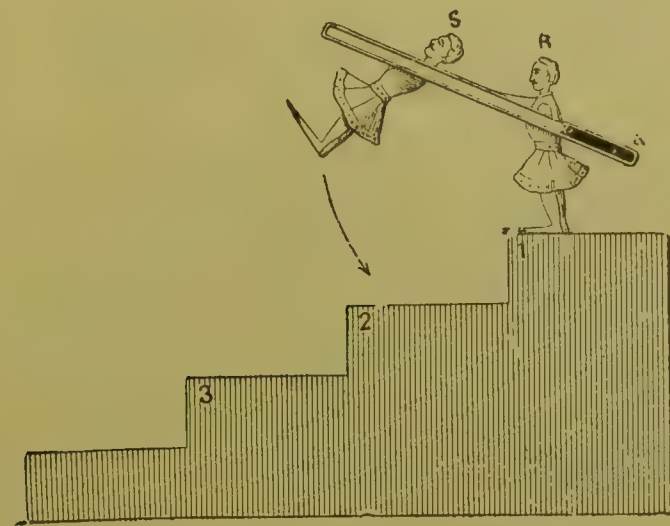



Fig. 77. Sezione dell'apparecchio. Prima posizione delle figurine.

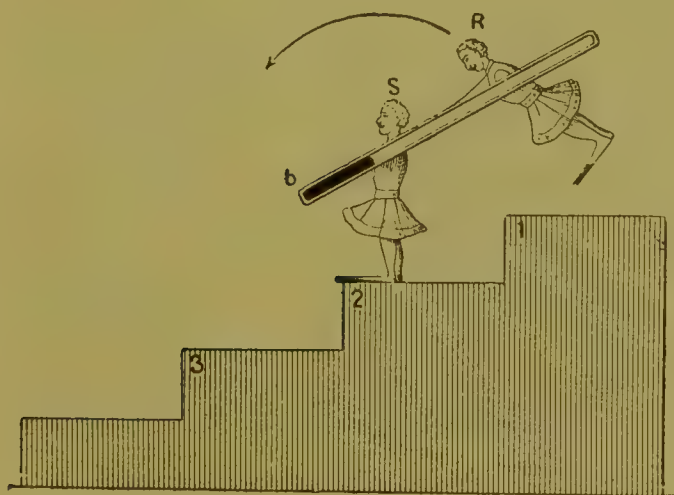



Fig. 78. Seconda posizione delle figurine.

Le leggi dell'equilibrio e dello spostamento del centro di gravità sono rigorosamente osservate dai saltimbanchi, i quali fanno veri prodigi, general-

mente facilitati del resto dal moto di rotazione impresso ai corpi sui quali operano, e che fa intervenire la forza centrifuga.

Il saltimbanco che tiene in equilibrio sulla sua fronte una sottilissima verga, all' estremità della quale gira un tondo, non riuscirebbe mai ad eseguire questo esperimento, se il tondo non girasse attorno al suo asse con una grande rapidità. Gli è mercè la rotazione, che il centro di gravità si sposta attorno al punto d'appoggio. Gioverà il ricordare che il moto della trottola tende a tenerla verticale.

Gli esperimenti di fisica meccanica potrebbero essere immaginati in numero straordinario. Per terminare l' enumerazione di quelli che abbiamo qui riuniti a questo fine, menzioneremo il modo di sollevare una bottiglia piena d' acqua coll' aiuto di un semplice fusto di paglia.

Si piega la paglia prima d' introdurla nel vaso di vetro, in modo che un gambo obliquo lavori per compressione quando si solleva. La figura 79 mostra chiaramente come bisogna operare. È necessario avere a disposizione alcuni gambi intatti, senza fessure interiori, per cambiarli se non si riesce alla prima prova.

Spegnere una candela posta dietro di una bottiglia. — Soffiate contro la bottiglia, procurando che la bocca si trovi a 20 o 30 centimetri dalla botti-

glia ed in faccia alla fiamma, sul medesimo piano orizzontale.

Eccovi che malgrado che ci sia la bottiglia che riceve direttamente il soffio e forma ostacolo, la can-

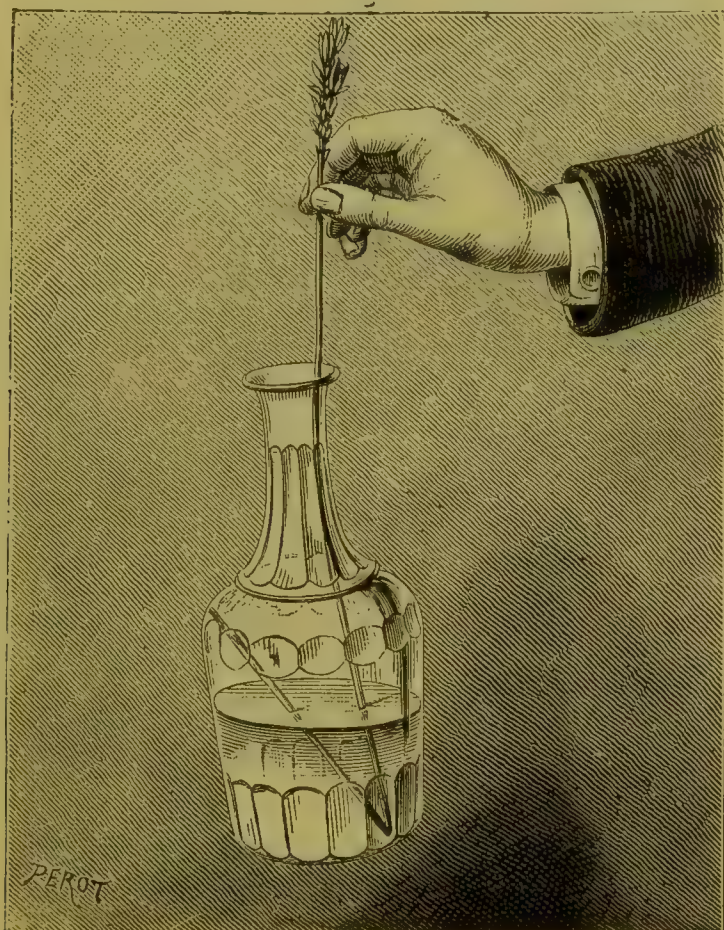



Fig. 79. Bottiglia piena a metà d'acqua, sollevata da una paglia.

dela viene spenta dal soffio. La bottiglia riceve il soffio sulla sua superficie liscia che lo divide in due correnti; l'una che piglia la direzione di destra, l'altra passa a sinistra, e queste correnti vengono

ad incontrarsi nel punto in cui si trova la fiamma della candela (fig. 80).

Far girare un pezzo da cinque franchi tra due spilli. — Non è necessario ricorrere all'azione del

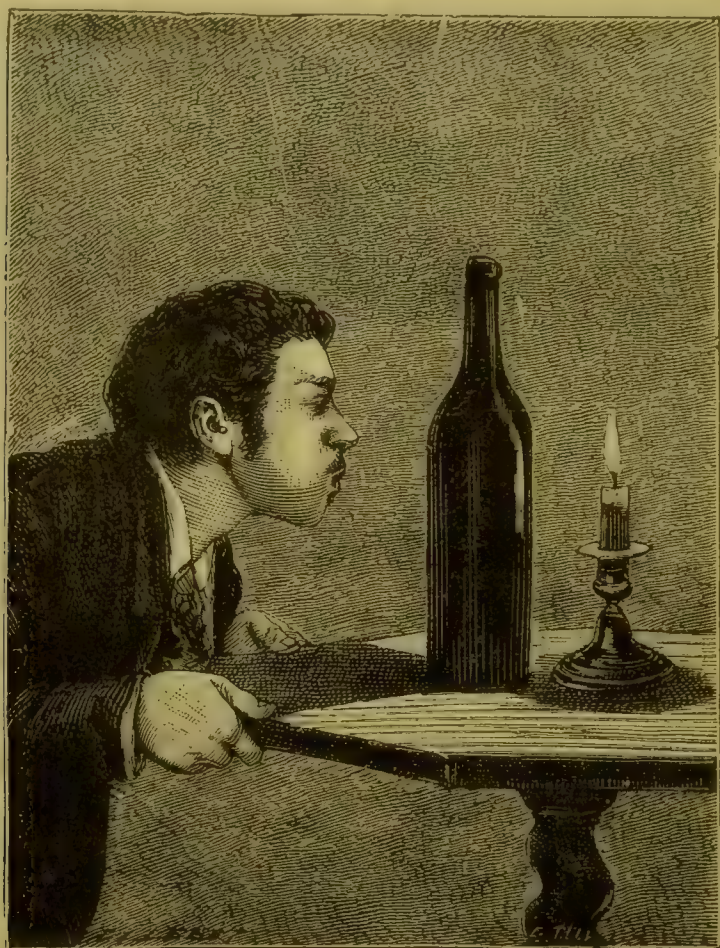



Fig. 80. Come si spegne una candela posta dietro una bottiglia.

calore per produrre dei movimenti aerei. Abbiamo in noi un apparecchio che ci permette di produrre delle correnti gasose e di servircene per fare della fisica ricreativa. Si tratta dell' aria lanciata dalla nostra bocca.

Mettete un pezzo da cinque franchi sopra una tavola, poi prendetelo con due spilli alle estremità del suo diametro. Lo solleverete così senza fatica; soffiate poscia contro la parte superiore, e voi vedrete il pezzo girar con una grande rapidità tra i

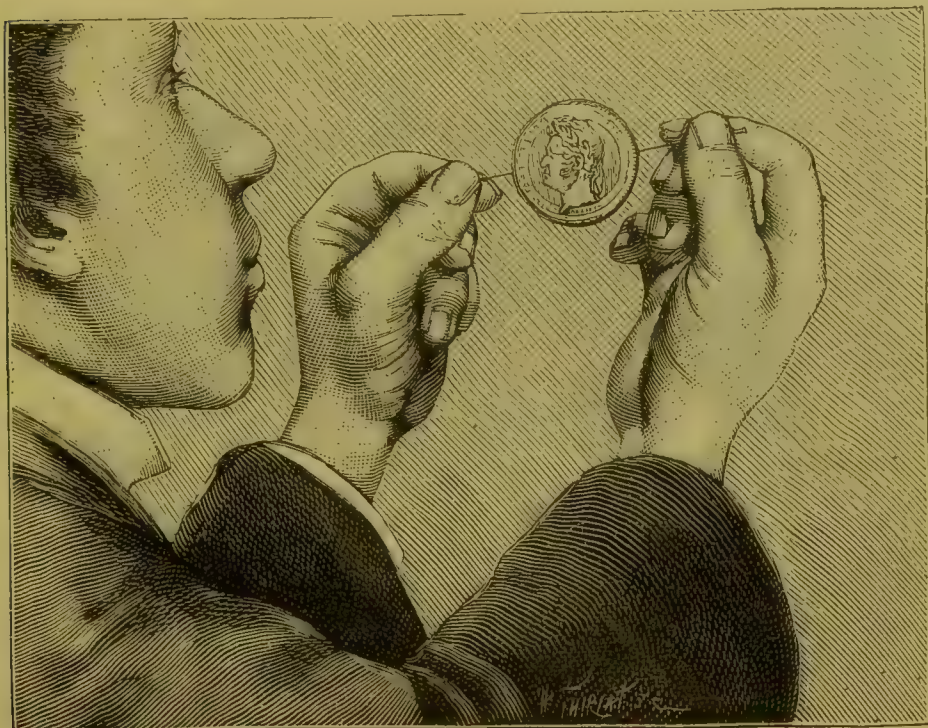



Fig. 81. Rotazione di un pezzo da cinque franchi fra due spilli.

due spilli come intorno a un asse. L' incisione qui sopra (fig. 81) indica la maniera d'operare, che diventa facile dopo poche prove. Soffiando contro la parte superiore, il pezzo può girare con una velocità tale da sembrare una sfera metallica. Ciò produce un effetto di persistenza delle impressioni sulla retina, di cui parleremo più oltre.

Tenere in equilibrio un pisello con un soffio. — Si sceglierà un pisello per quanto si potrà trovarlo bene sferico: se è secco bisogna tenerlo nell'acqua sinchè sia rammollito abbastanza da poterlo infilare in una piccola spilla senza guastarlo. Si cercherà di far passare la spilla pel centro del pisello. Dopo

Fig. 82. Pisello attraversato da uno spillo sostenuto in aria con un soffio.

si prende una cannuccia di una pipa di gesso lunga quattro o cinque centimetri, si pone il pisello ad una estremità del tubetto introducendo la punta della spilla nel foro. Si prende fra le labbra l'altra estremità del tubetto, e ponendo orizzontalmente la testa, in modo che il tubo sia perfettamente verticale, si soffia dapprima lentamente, poi

gradatamente più forte. Il pisello viene sollevato; si soffia più forte, con regola, il pisello si innalza, la spilla abbandona il suo sostegno ed il piccolo corpicciuolo rimane sostenuto dalla corrente, intieramente isolato, girando su sè stesso quando la spilla riceve l'urto dell'aria.

Fig. 83. Pallina di mòllica di pane sostenuta con un soffio.

Ecco ora un'altra esperienza del medesimo genere.

Si prende uno di quei cannoncini chiusi ad una estremità che servono di astuccio alla penna in certi portapenne di metallo.

Si fa un forellino circolare di circa un millimetro di diametro alla distanza di un centimetro dal fondo. Ponendo alla bocca il portapenne vi si soffia così da fare uscire un getto regolare di aria che esca

verticalmente pel foro che dovrà trovarsi rivolto in alto.

Si potrà mettere delicatamente una pallina di mollica di pane nel getto e mantenervela in equilibrio come ci fa vedere la figura 83; questa ri-

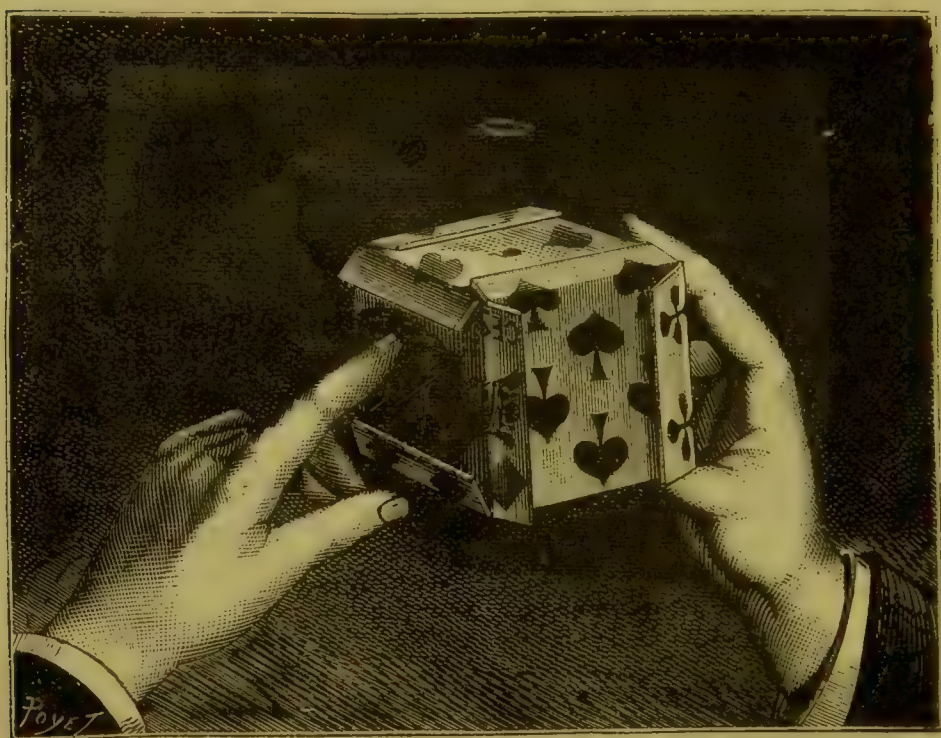



Fig. 84. Modo di formare gli anelli di fumo.

mane finchè si soffia regolarmente con forza eguale. La pallina dovrà essere bene sferica e la sua grossezza varierà secondo la densità della sostanza di cui è fatta ed il diametro del forellino.

Simili esperienze possono essere meglio preparate con un apparecchio soffiante o con un gasometro.

Per una causa analoga il guscio di un uovo può essere mantenuto sopra di un zampillo, e lo si vede girare su sè stesso senza abbandonare il getto.

Gli anelli di fumo. — Gli anelli di fumo sono

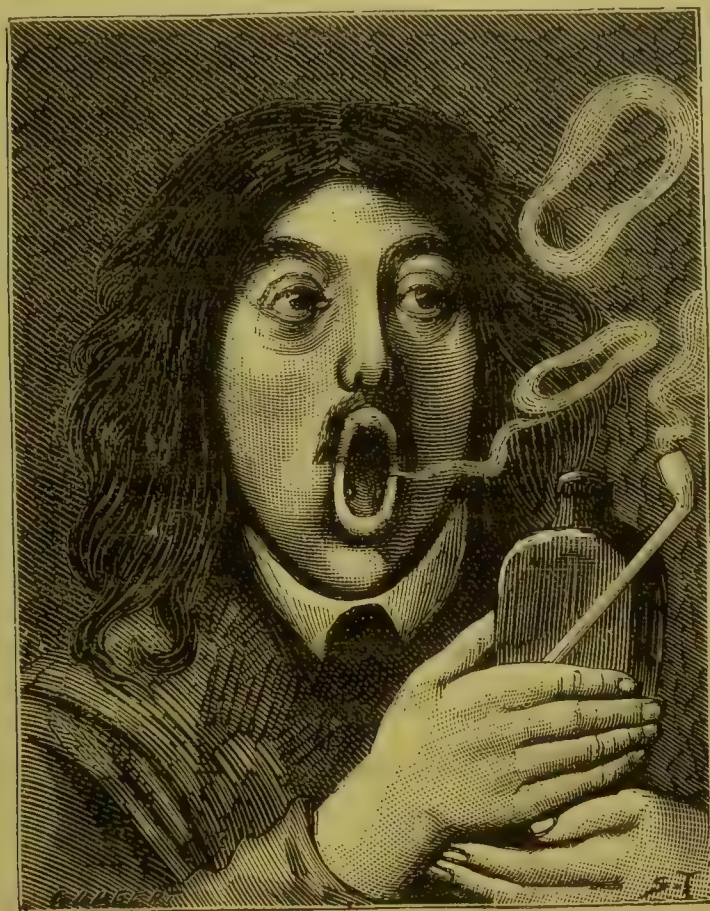



Fig. 85. Corone di fumo di tabacco (dal quadro di Brauwer della collezione Lacaze al Louvre).

un interessante fenomeno che si produce spesso accidentalmente allorchè si spara un' arma.

Si faccia un forellino in una specie di scatola, fatta di carte da giuoco (fig. 84) e si riempia di fumo questa scatola soffiandovi entro una boccata

di fumo di tabacco. Premendo col pollice sul fondo della scatola se ne vedranno uscire degli anelli di fumo di una notevole regolarità di figura.

Tutti abbiamo veduto de' provetti fumatori lanciare fuori dalle labbra o dalla pipa le graziose corone bianche, dilettandosi ad accompagnare cogli occhi le loro capricciose contorsioni. Tutti abbiamo osservato che una gocciola di acqua e sapone caduta da un dito si espande nell'acqua di un catino come un anello che si viene allargando a misura che si avvicina al fondo.

Queste osservazioni si collegano ai fenomeni dei turbini annulari; non sono insignificanti e possono diventare interessanti per la scienza; non v' ha nulla che sia futile per chi sa vedere, niente è indifferente per chi sa osservare.

Si possono anche ottenere gli anelli o le corone di fumo lanciando il fumo a sbuffi col mezzo di un tubetto (fig. 86). Sono tuttavia indispensabili, per bene riuscire, alcune precauzioni. Bisogna evitare che vi sia la più piccola corrente; perciò si dovranno chiudere le finestre e le porte. Inoltre, per evitare le correnti ascendenti che si formano in vicinanza del nostro corpo si deve fare l' esperienza sopra una tavola come ci insegna la figura. Basterà un tubetto del diametro di due centimetri, ottenuto arrotolando un foglio della comune carta da lettere, per ottenere delle magnifiche co-

rone di tre o quattro centimetri subito dopo l'uscita dal tubo.

Per poter osservare bene gli anelli è necessario lanciarli verso la parte più oscura della camera o verso una lavagna. Le prime boccate non dànno

Fig. 86. Modo di produrre degli anelli di fumo.

origine ad anelli, se prima il tubo non era già pieno di fumo.

Il movimento turbinoso è perfettamente visibile all'uscita dal tubo, ed anche ad una certa distanza. In quanto all'aspetto delle corone prodotte con differente forza od osservate a distanze differenti le fig. 87, 88 e 89 ne dànno un idea abbastanza chiara.

Le fig. 90 e 91 fanno vedere come si rompano e si dissolvano questi anelli allorchè l'aria è per-

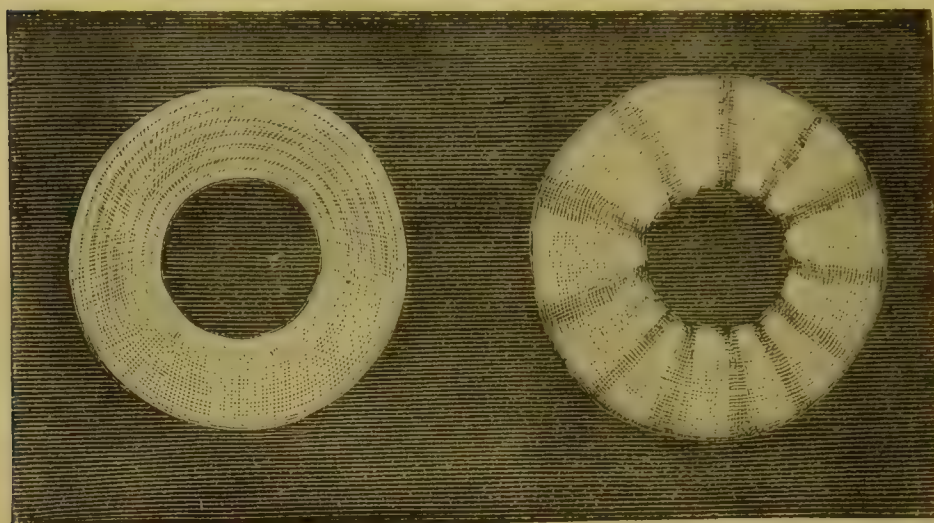



Fig. 87 e 88. Aspetto degli anelli di fumo. — Fig. 87. Lanciato dolcemente.
Fig. 88. Con una certa forza.

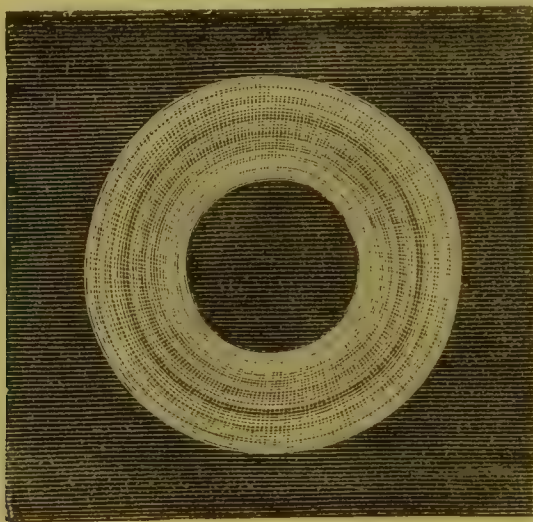



Fig. 89. Anello formato con poco fumo e a una certa distanza dal vaso.
(Grandezza naturale).

fettamente calma: sempre si verificano come dei filamenti o delle chiome di fumo che discendono precedute da una specie di calotta.

Questi ghirigori capricciosi del fumo che si disperde in un' atmosfera calda, sono specialmente visibili alla luce del sole, in una camera.

Si ottengono delle figure affatto simili allorchè si modifica la trasparenza di un liquido producendovi una precipitazione.

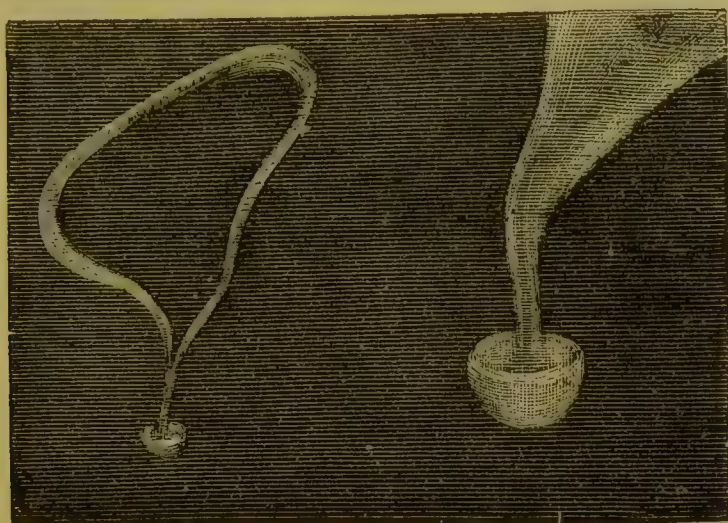



Fig. 90 e 91. Distruzione degli anelli di fumo. — Fig. 90. Aspetto generale. Fig. 91. Dettaglio della calotta in grandezza naturale.

Una mongolfiera. — Dal nome dei fratelli Montgolfier, che ottennero per i primi di sollevare dei palloni col mezzo dell'aria rarefatta col mezzo del calore, si dicono tuttora in Francia ***mongolfiere*** tutti i palloncini che si innalzano per effetto dell'aria calda.

Il Tissandier ottiene facilmente una piccola mongolfiera, che dimostra come l' aria calda, che ha un peso specifico minore, possa servire ad innalzare un piccolo pallone improvvisato.

Egli prepara un piccolo cilindro di carta velina che abbia il diametro di un tappo comune di sughero. Giova benissimo per questo scopo la carta di cui si fanno le sigarette.

Fig. 92. Dimostrazione del principio di ascensione degli aerostati ad aria calda.

I margini del cilindro vengono leggermente incurvati; quindi si applica il fuoco con un fiammifero alla parte superiore. La carta, bruciando, lascia uno straterello di cenere e di carbone che contiene dell'aria rarefatta; perciò si innalza e ra-

pidamente sale sino a due o tre metri d' altezza. Ecco così ottenuto un piccolo pallone che riproduce il principio dell'ascesa degli areostati.

Gli aereostati ad aria calda ed a gas. — Pigliate un tubo di cristallo del diametro di due centimetri su venti centimetri di lunghezza, od in mancanza del tubo di vetro fatene uno di carta, che vi permetterà facilmente di soffiare delle bolle della grossezza della testa.

Intingete l'estremità del tubo in una soluzione di sapone ordinario e soffiate forte d' alto in basso. La vostra bolla si rigonfierà e l' aria calda che viene dai polmoni la farà innalzare senza abbandonare la bolla, accompagnatela piuttosto nel suo movimento di ascesa rivolgendo a poco a poco in alto l'estremità del tubo, sino a toccare la gocciola che sempre si raccoglie nella parte inferiore della bolla, ed il vostro pallone perfettamente rigonfiato non aspetterà che il comando della partenza se non si è già distaccato da sè stesso.

Se la temperatura dell' aria è alquanto fredda anderà a scoppiare toccando il soffitto; altrimenti calerà appena si sarà raffreddata.

Si taglia in un foglio di carta sottilissimo un fantoccino e lo si attacca ad un filo che è fissato all'altra sua estremità ad un piccolo disco di carta che si farà aderire per semplice contatto alle bolle di sapone. Non senza averlo prima bagnato nella

soluzione che servì a preparare le bolle. Altrimenti appena si tocca, la bolla scoppia, come insegna la figura 93. Imprimendo un piccolo movimento al tubo la bolla di sapone se ne distacca e s'innalza col suo *capitano.*

Fig. 93. Maniera d'attaccare un areonauta alle bolle di sapone.

Adoperando dei tubi di differenti dimensioni si possono ottenere delle bolle più piccole; ma l'esperienza diventa allora più difficile. I tubi di carta devono essere ricambiati quando sono rammolliti; perciò si dovranno preferire i tubi di vetro.

Riempiendo delle bolle di sapone con del gas idrogeno si ottiene in piccolo un'esperienza simile

all'ascesa dei palloni a gas. Si otterranno facilmente delle bolle piene d' idrogeno producendo l' idrogeno, a quel modo che si sa, entro un ampolla munita di un tubo verticale che si innalza dal tappo traforato. Basterà preparare la soluzione

Fig. 94. Bolla di sapone gonfiata col fiato che s'innalza con un fantoccio di carta.

di sapone e lasciar cadere col dito una gocciola sopra l'apertura del tubo. La pressione stessa dell' idrogeno che si produce rigonfia a poco a poco la bolla, che si distaccherà facilmente con una piccola scossa applicata all'apparecchio. Si potranno *accendere* queste bolle, con una piccola detonazione, mentre s' innalzano. Per quest'esperienza basta un tubo di vetro di mezzo centimetro di diametro.

IL CALORE.

Lo studio del calore o del calorico può essere sommariamente intrapreso senza apparati complicati.

Desiderasi di mettere in evidenza la grande conducibilità termica dei metalli ? si applica un pezzo di mussolina sopra una massa metallica lucida, in modo che il contatto sia in ogni punto perfettamente stabilito. Si colloca sulla mussolina un carbone ardente di cui si eccita la combustione col soffio : la mussolina non è per nulla bruciata ; il calore è interamente sottratto dal metallo, il quale l'assorbe attraverso il tessuto per propagarlo nella massa. La figura 95 rappresenta un esperimento analogo : esso consiste nel far fondere dello stagno in una carta da giuoco riscaldata sulla fiamma di una lampada a spirito di vino. Si giunge a determinare la fusione del metallo senza bruciare il cartoncino.

Bisogna aver cura di riscaldare la carta con precauzione, nella parte specialmente che trovasi a contatto col metallo. Il calore viene allora completamente assorbito dallo stagno, alla fusione del quale non tarda a dare origine.

Esperimenti di questa natura necessitano talvolta

qualche prova e qualche esercizio preparatorio da parte dell' operatore; nel caso d'insuccesso, sarà ben fatto ricominciare a varie riprese fino a tanto che non si sia ottenuto il risultato.

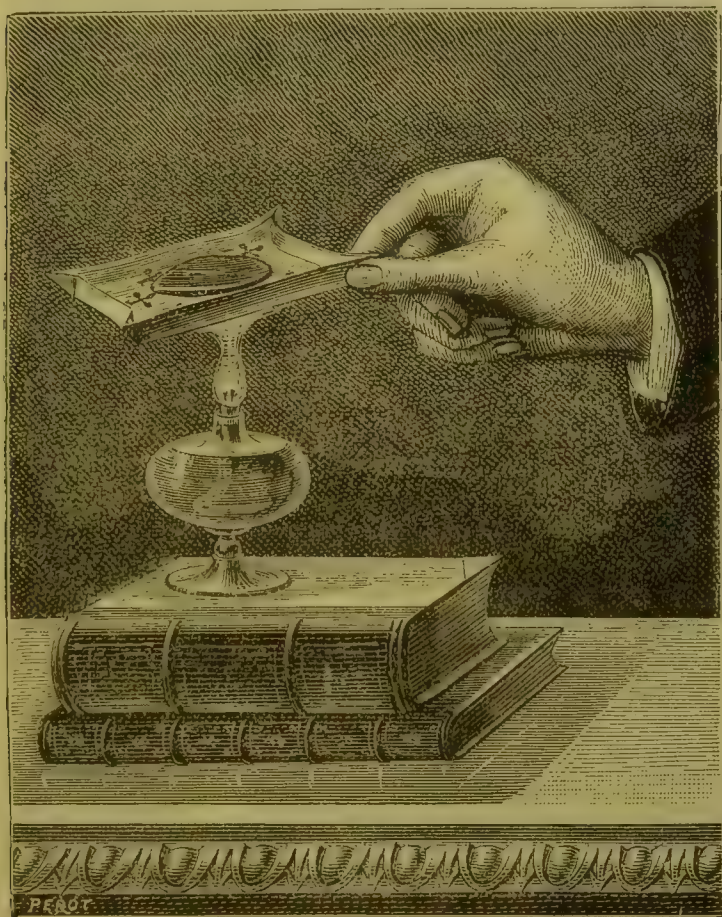



Fig. 95. Fusione dello stagno in una carta da gioco.

È in seguito ad un effetto analogo che i metalli ci sembrano freddi quando vi posiamo sopra le mani; mercè la loro conducibilità, sottraggono il calore alle nostre mani, e ci danno questa impressione particolare che non proviamo al contatto di

corpi cattivi conduttori, come il legno, i tessuti di lana, ecc.

Carbone acceso sopra un tessuto. — Pigliate una sfera di rame (possono anche servire benissimo per

Fig. 96. Carbone incandescente collocato sopra un fazzoletto di tela batista che avvolge una sfera di rame. Il fazzoletto non brucia.

questa esperienza i pomi d' ottone che si trovano avvitati ai vecchi letti di ferro) di sette od otto centimetri di diametro, come quelle che si trovano per ornamento nelle ringhiere delle scale ed avviluppatela con una tela sottilissima ovvero nella mussola,

così che il tessuto sia perfettamente aderente al metallo. Ponete sulla palla metallica un carbone acceso, e vedrete che continuerà a bruciare senza alterare la mussola o la tela. Questo avviene perchè

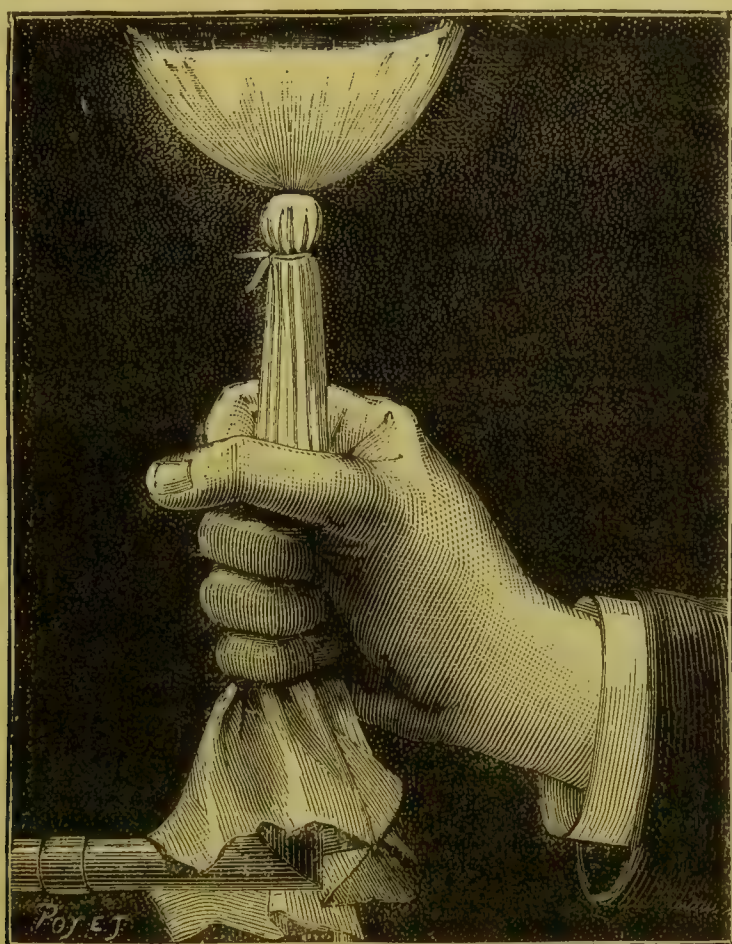



Fig. 97. Beccuccio a gas avvolto entro un fazzoletto di tela batista ben teso. La fiamma brucia sopra il fazzoletto senza conseguenze.

il metallo, che è ottimo conduttore del calore, assorbe tutto il calore prodotto dalla combustione del carbone ed il tessuto rimane perciò durante l'esperienza ad una temperatura inferiore a quella che avrebbe potuto carbonizzarlo o bruciarlo (fig. 96).

Fare abbruciare del gas sopra di un fazzoletto. — Si prende un fazzoletto di tela di batista con cui si avvolge il beccuccio metallico di una fiamma di gas. È indispensabile che il beccuccio sia di metallo. (Si trovano infatti dei beccucci di terra refrattaria, coi quali inevitabilmente il fazzoletto sarebbe carbonizzato).

Si apre la chiavetta e si accende il gas che abbrucia sopra del fazzoletto senza guastarlo (fig. 97).

Per ben riuscire in quest'esperienza pericolosa.... pel fazzoletto, è necessario che questo aderisca perfettamente e non faccia delle pieghe sopra il beccuccio di metallo; è anzi prudente tenerselo legato con un filo di rame.

La parte metallica del portapenne. — Ecco ancora un altro modo facile di dimostrare la grande conducibilità dei metalli pel calore. Prendete un portapenne di legno coll'armatura di metallo e vi ingommate sopra un pezzo di carta, metà sul legno e metà sul metallo. Voi quindi porrete sopra la fiamma di una lampada la carta. Questa annerirà carbonizzandosi dove è in contatto del legno, che è cattivo conduttore del calorico, ed invece conserverà il suo colore nella parte in cui si trova in contatto col metallo.

Perciò, toccando il legno o la lana, che sono sostanze che conducono male il calore, noi non sentiamo freddo.

Le differenti sostanze abbisognano di differenti quantità di calore per essere riscaldate al medesimo grado di temperatura.

Ponete sopra una superficie di cera delle palline di metallo ugualmente riscaldate e troverete che i

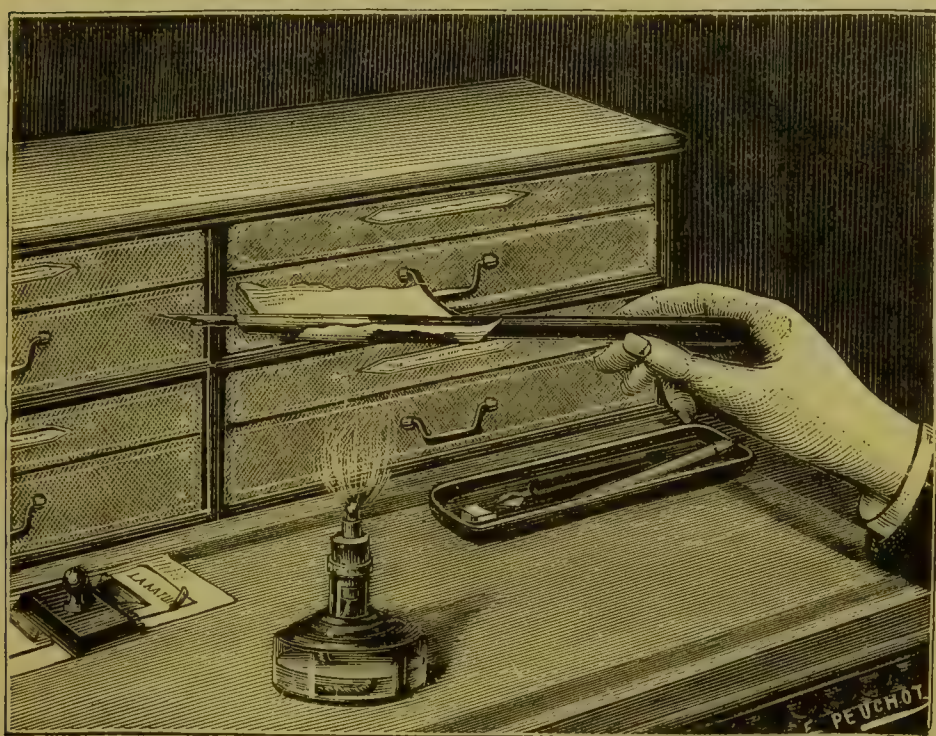



Fig. 98. Carbonizzazione della carta sulla parte di legno di un portapenne.

differenti metalli fondono una differente quantità di cera.

Un cucchiaio d'argento scotta quando s'immerge in una tazza di tè bollente, perchè è buon conduttore del calore; un cucchiaio di legno, d'avorio o di tutt'altro corpo cattivo conduttore del

calorico non produce in verun modo la stessa sensazione [1].

La figura 99 insegna il modo di far bollire dell'acqua in un recipiente di carta. Si costruisce una

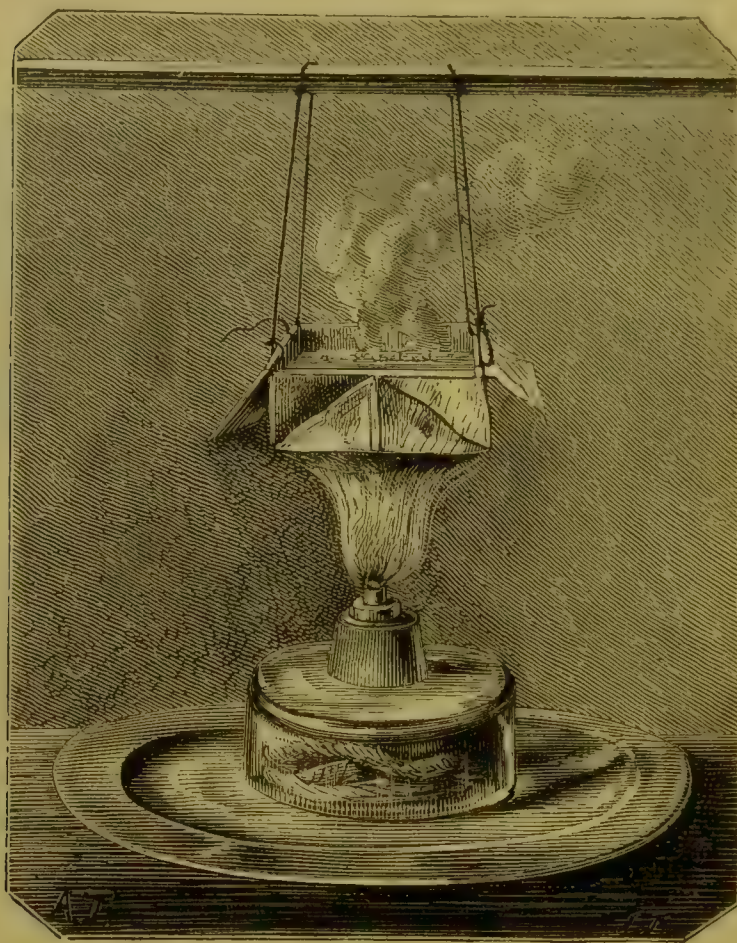



Fig. 99. Ebullizione dell'acqua in un vaso di carta.

scatoletta di carta, come la fanno gli scolari; si sospende per mezzo di quattro fili ad un'asticella

[1] Un nostro amico, H. Blerzy, direttore delle poste e dei telegrafi del Nord, ci scrisse a questo riguardo:

" La vostra *Fisica senza apparecchi* mi ha fatto risovvenire un esperimento

di legno, mantenuta orizzontale ad una conveniente altezza. Si riempie d'acqua questo vaso improvvisato e si pone sopra la fiamma di una lampada a spirito di vino. La carta non è menomamente bruciata, perchè l'acqua assorbe tutto il calore necessario al suo cambiamento di stato. Dopo pochi minuti, quest'acqua giunge a bollire ed a sviluppare dei vapori, e la carta rimane tuttavia intatta. È necessario operare sopra un piatto, affinchè l'acqua sia raccolta in caso di disgrazia o d'insuccesso. Il recipiente di carta deve essere riscaldato in modo che la fiamma tocchi soltanto le parti in contatto coll'acqua. In caso contrario, la carta brucierebbe immediatamente.

Questo esperimento è delicato e necessita alcune precauzioni, ma a noi è sempre riescito anche ripetendolo parecchie volte di seguito, disponendolo come è rappresentato dalla nostra incisione. Il regolo che serviva di sostegno era collocato orizzontalmente sopra due bottiglie.

Si può ancora adoperare un guscio d'uovo come

che potrete conoscere e che mi ha molto sorpreso allorchè ero fanciullo. Si colloca una pentola di ghisa piena d'acqua sopra il fuoco. Allorchè l'acqua è in pieno bollore, se si ritira la pentola dal fuoco, e vi si pone una mano sotto a contatto colla ghisa, non si sente che l'impressione di un calore moderato; ma dal momento che l'acqua cessa di bollire, la mano prova l'impressione di una bruciatura. L'esperimento è facile a farsi; non rischiate che di annerirvi le dita. „ In quanto alla spiegazione del fenomeno, essa sembrami inutile per quelli che conoscono i principii elementari della fisica.

piccola pentola per scaldarvi dell'acqua. Quando si è mangiato un uovo al latte, si serba a parte il guscio vuoto e vi si versa una piccola quantità d'acqua; ciò fatto, si colloca sopra un anello di filo di ferro preparato preventivamente. In queste condizioni, il guscio d' uovo può essere riscaldato sulla fiamma di una lampada a spirito di vino senza essere danneggiato in verun modo.

Il diavolo in prigione. — Il diavolo in prigione è un trastullo fatto da un pallone di vetro sottile, fuso al calore della lampada del vetraio. Il recipiente inferiore è rivestito d'una vernice nera che lo fa opaco. Si tiene questo recipiente colla palma della mano; quasi subito si vede il liquido interno entrare in ebollizione, e sollevare un diavoletto di vetro soffiato che si innalza dentro il collo trasparente del vaso.

Tutti i gas si dilatano sotto l'azione del calore. Ora nella sezione dell'apparecchio (fig. 101) si vede che il tubo superiore finisce in un tubo capillare che pesca nella piccola ampolla. Una certa quantità di aria si trova così chiusa in AA nella bolla.

Se voi riscaldate quest' aria colla mano essa si dilata, preme sul liquido, che è dell'acqua, nel tubo capillare e nel tubo più grande col suo galleggiante.

Dilatazione lineare. — Si taglia col coltello un tappo di sughero come rappresenta la figura 102, cioè vi si taglia una superficie piana ed un' intac-

catura semicilindrica. In una delle sporgenze A si pianta un ago comune da cucire AB, che colla cruna si appoggia sull'altra sporgenza B, tenuta ad un'altezza più bassa di uno o due millimetri. Nel foro dell'ago si introduce un altro ago scelto di tale

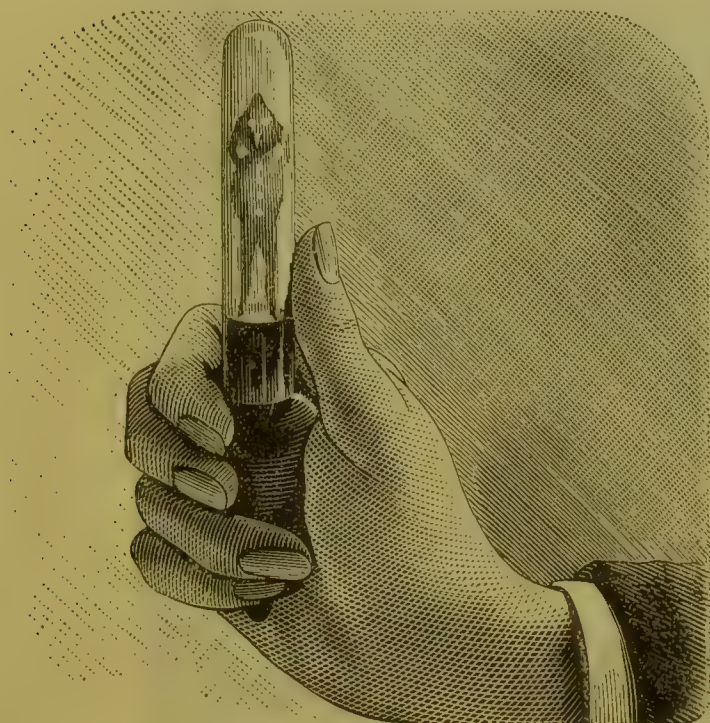
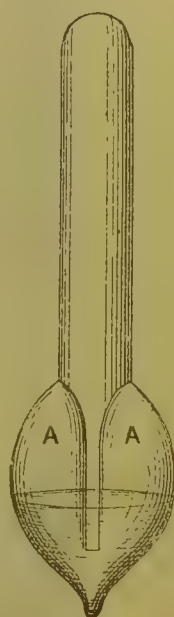



Fig. 100. Il diavolo cattivo.   Fig. 101. Apparecchio.

grossezza che la punta ne sporga fuori di due o tre millimetri. Si introduce questa punta nel sughero finchè la cruna del primo ago non si trovi che a circa un quarto di millimetro di distanza dalla superficie.

Parallelo all'ago verticale ed un po' indietro si pianta un altro ago della medesima lunghezza. Se

si colloca l'ago orizzontale sopra la fiamma di una candela si vede che l'ago BC si inclina sensibilmente.

La figura 103 presenta la disposizione di un sin-

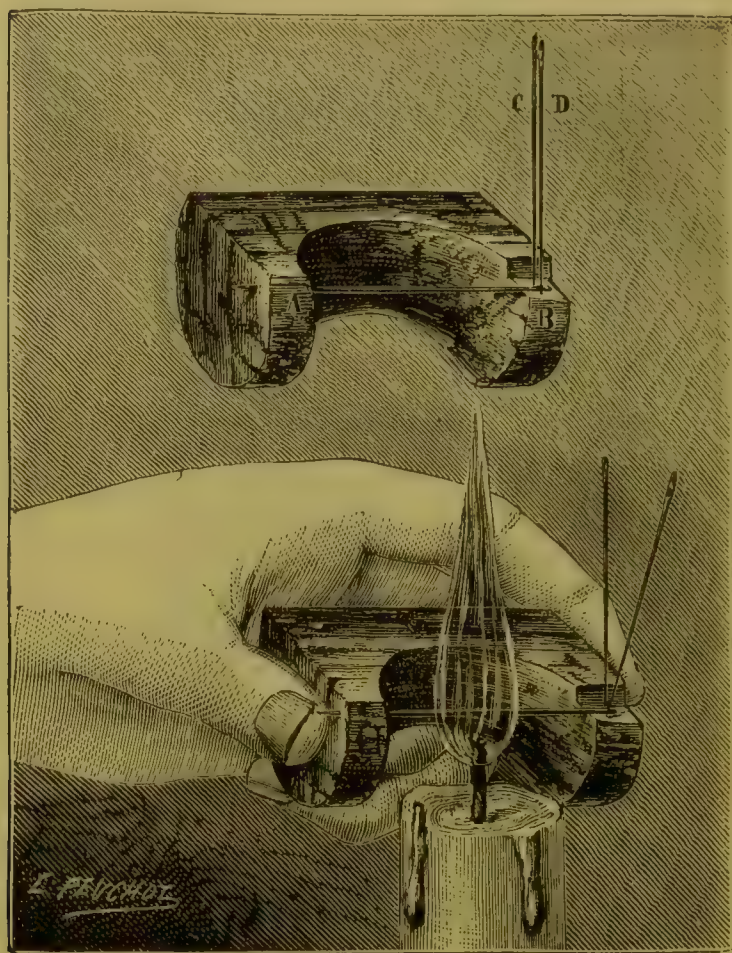



Fig. 102. Esperienza sulla dilatazione lineare.

golare esperimento pochissimo conosciuto, riguardo alla ricongelazione del ghiaccio. Si pone un grosso pezzo di ghiaccio sull'estremità di due seggiole di ferro o di qualunque altro sostegno, poscia si circonda con un filo di ferro, al quale si sospende un

peso di 5 chilogrammi. Il filo di ferro a poco a poco penetra nella massa di ghiaccio; dopo due ore circa, esso l' ha attraversata completamente ed il peso cade a terra unitamente al filo di ferro.

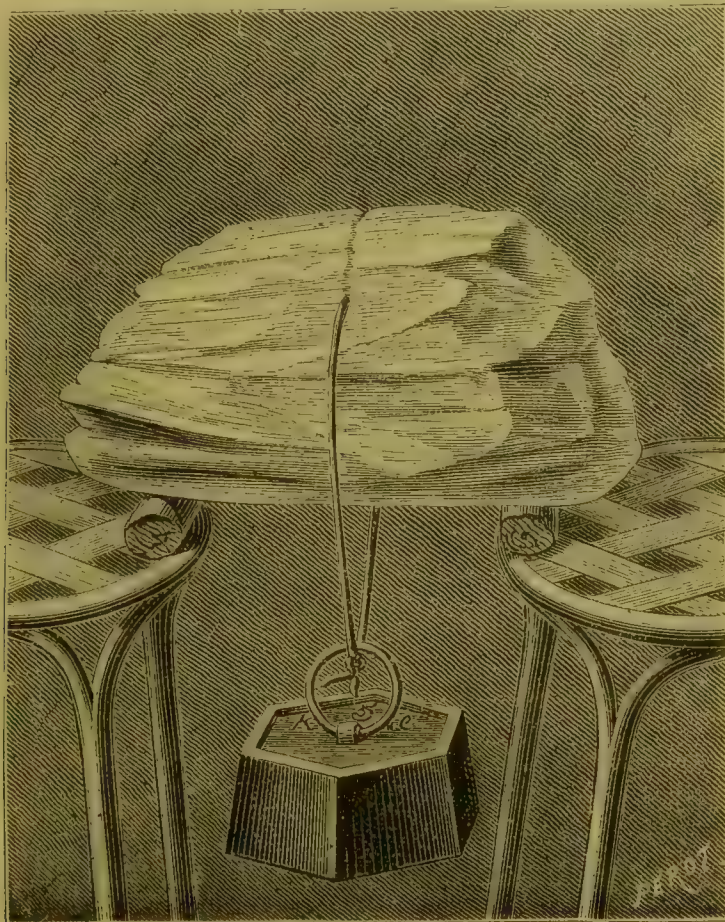



Fig. 103. Esperimento sul ricongelamento del ghiaccio.

Che avvenne al pezzo di ghiaccio? Voi supponete certamente ch'egli si sia spezzato in due. Ciò non è vero, esso è intatto in un solo pezzo come prima.

A misura che il filo di ferro penetra nella massa,

la fessura ch'esso ha aperto viene chiusa dalla ricongelazione.

Il ghiaccio o la neve durante l'inverno possono servire ad un numero abbastanza grande di esperimenti relativi al calore. Se si vuole dimostrare l'influenza dei colori sul potere raggiante, si prendono due pezzi di panno della stessa grandezza, di cui uno sia di colore bianco e l'altro di colore nero, si collocano entrambi sulla neve, possibilmente quando un raggio di sole brilla nel cielo. Dopo uno spazio di tempo abbastanza breve, si osserva che la neve collocata sotto il panno nero si è fusa molto più di quella che si trova sotto il panno bianco; ciò dipende dal nero il quale assorbe il calore molto più del bianco, tendendo invece questo a rifletterlo. Toccando colla mano i due panni, ognuno può accorgersi facilmente della differenza di temperatura. Il panno bianco pare fresco in confronto al panno nero.

Questo semplicissimo fatto ci spiega il perchè si fa abitualmente uso degli abiti di colore bianco nei paesi caldi; essi possedono un potere raggiante molto più considerevole.

È necessario citare degli esperimenti relativi alla dilatazione dei corpi? Essi possono essere fatti ovunque con una infinità d'oggetti; dell'acqua collocata in un pallone di vetro a collo lungo e sottile, e scaldato sul fuoco, ci farà vedere la dilatazione dei

liquidi sotto l'influenza del calore. Si potrà costruire in tal modo un vero termometro.

È facile rendersi conto nello stesso modo della dilatazione dei corpi solidi sotto l'azione del calore; ma noi non insisteremo sopra questo genere di esperimenti, i quali si trovano descritti nei trattati speciali.

L'ACUSTICA ED I SUONI.

Lo studio dell'acustica può essere compreso nella *Fisica senz'apparecchi,* come quello di altri rami della fisica.

Ecco un esperimento dilettevolissimo che dà una qualche idea della trasmissione dei suoni per mezzo dei corpi solidi.

Si appende un cucchiaio d'argento ad un filo, poscia si collocano le due estremità di questo filo nell'interno delle orecchie, come indica la fig. 104; ciò fatto, s'imprime un moto oscillatorio al cucchiaio, e gli si fa così toccare lo spigolo di una tavola; la trasmissione del suono è così intensa al momento dell'urto del cucchiaio contro la tavola, che si crede di sentire risuonare una campana da cattedrale.

Il tic-tac dell'orologio e le molle da caminetto. — Premete leggermente un orologio fra le due aste

d'una molla da caminetto, della quale appoggerete l'impugnatura al vostro orecchio (fig. 105); sentirete il tic-tac così distintamente come se aveste l'orologio stesso appoggiato all'orecchio. Se ritirate le

Fig. 104. Conducibilità dei suoni per mezzo dei corpi solidi.

molle dall'orecchio, lasciando l'orologio all'identico posto, vi renderete conto, dalla differenza d'intensità del suono, dell'eccellente conducibilità dei metalli pel suono.

Imitazione del tuono. — Dite ad un compagno

di applicare le palme sopra le orecchie e passate sopra, attorno alla testa, una cordicella nel modo che è rappresentato dalla figura 106.

Stringendo leggermente la cordicella fra le dita

Fig. 105. Il tic-tac dell'orologio e le molle del caminetto.

ed allontanando a poco a poco la mano dalla testa, la persona sentirà un forte rumore, come di tuono. Perchè quest'esperienza riesca bene sono necessarie alcune precauzioni.

Prima di raggiungere l'estremità della doppia cor-

dicella è bene pigliarla coll'altra mano, cosicchè si possa prolungare l'esperienza. Appoggiando le unghie sulla cordicella si producono dei colpi secchi di tuono, che si possono cambiare in un rombo lontano allontanando di poco le unghie.

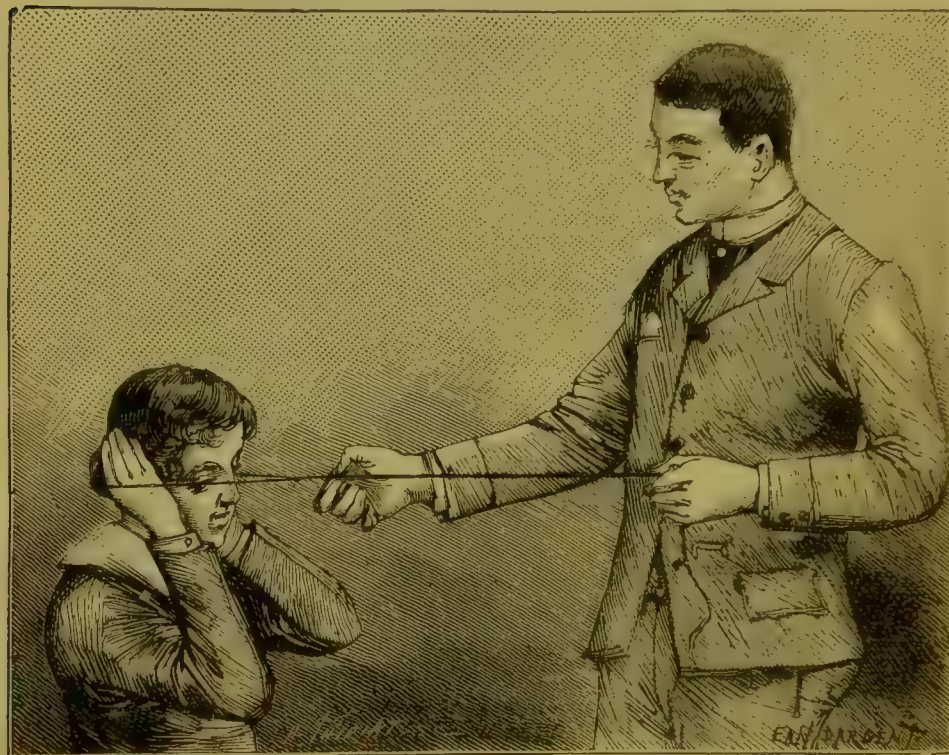



Fig. 106. Il rombo del tuono imitato con una cordicella.

Questo esperimento spiega perfettamente la trasmissione della parola per mezzo del telefono a filo, altro apparato che ognuno può fabbricare da sè colla massima facilità. Si fissano due dischi di cartone sul fondo di due cilindri di ferro bianco, o latta, della grossezza di un tubo da lampada, e di 10 centimetri di altezza. Se si riuniscono i due car-

toni con un filo di seta lungo dai 15 ai 20 metri, si potrà trasmettere la parola da un capo all'altro di questo filo; la persona che parla fa sentire la sua voce nel primo cilindro; quella che ascolta avvicina l'altro cilindro all'orecchio.

Fra gli esperimenti eseguiti nei corsi dai professori che hanno a loro disposizione un gabinetto completo di fisica, e che a primo aspetto sembrano molto complicati, ve ne sono tuttavia alcuni che si possono riprodurre con oggenti di uso comunissimo. Esiste forse un esperimento d'acustica più interessante di quello ideato da Lissajous, il quale consiste, come sanno i nostri lettori, nel proiettare sopra un quadro, per mezzo della luce ossidrica, le curve vibratorie effettuate dall'estremità di un braccio del *diapason* messo in azione? È cosa facilissima il mostrare un esperimento analogo per mezzo di un semplice ferro da calza. Piantate solidamente il cilindretto flessibile d'acciaio nel centro di un turacciolo che gli serve di sostegno; fissate alla sua estremità superiore, rimasta libera, una pallina di ceralacca, su cui incollerete un dischetto di carta della grossezza di un pisello. Se tenete fermo solidamente il turacciolo con una mano, mentre coll'altra fate vibrare violentemente il ferro, sia allontanandolo dalla sua posizione d'equilibrio, ed abbandonandolo poscia a sè stesso, sia assoggettandolo ad un urto energico per mezzo di un regolo

di legno, vedrete la pallina di cera sormontata dal dischetto di carta, descrivere un'elisse più o meno allungata, oppure una circonferenza secondo l'intensità od il numero delle vibrazioni. Il fenomeno

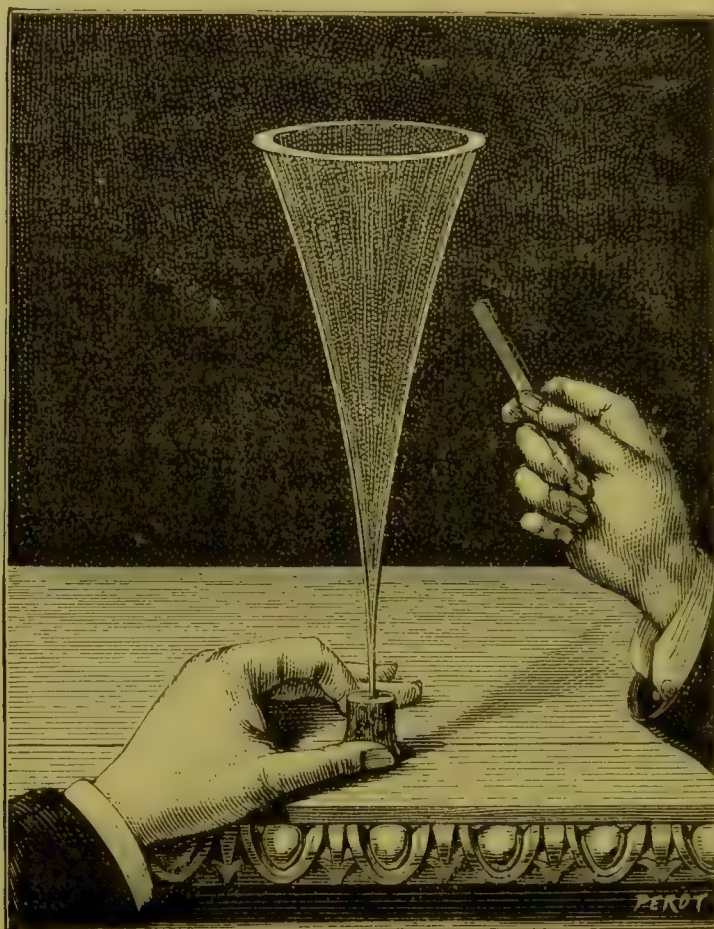



Fig. 107. Esperimento sulla vibrazione delle verghe.

è molto più appariscente quando si ha cura di far vibrare il ferro sotto una lampada bene accesa; in questo caso, la persistenza delle immagini sulla retina lascia vedere nel medesimo tempo la verga vibrante tutta intera nelle sue posizioni successive,

e si crederebbe di avere sott'occhi l'immagine fuggitiva di un vaso conico molto allungato come un bicchiere da *champagne* (fig. 107).

Vibrazioni di un corpo sonoro. — Volendo dimo-

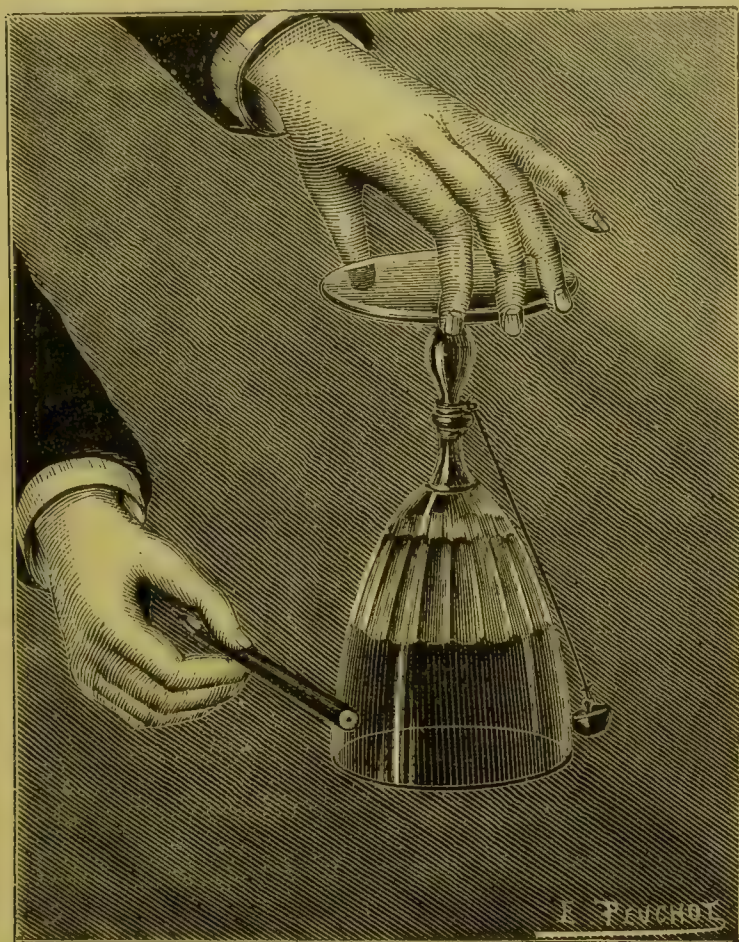



Fig. 108. Vibrazione di un bicchiere mentre produce suono.

strare che il suono è essenzialmente un movimento di va e vieni si potrà spargere della sabbia sopra una lastra di vetro che si fa suonare con un martelletto di sughero, e si vedrà che questa sabbia saltella. Per le corde armoniche o *cantini* si vede

ad occhio come queste corde oscillino sinchè producono un suono, ed anche un po' dopo che il suono cessa, continuano ad oscillare con minore velocità.

Si potrà pure dimostrare questa verità della fisica nel modo seguente. Attacchiamo un pezzo di spago al manico di un calice di cristallo arrovesciato (fig. 108). All'altra estremità attacchiamo un bottoncino rotondo od emisferico che tocchi il bicchiere. Battiamo il bicchiere con un lapis, ed immediatamente si ottiene una nota musicale mentre il bottone, percosso dalle successive dilatazioni del bicchiere che vibra, si mette a saltellare.

Il zufolo di legno. — Si piglia un ramo di siringa o di salice allorchè la linfa è in movimento più attivo [1] e se ne taglia circolarmente la corteccia. Si bagna la corteccia tenendola nella bocca col manico del coltello di cui ci servimmo per tagliare il ramo e quindi, tenendo colla mano sinistra la corteccia, si imprime un movimento di rotazione al ramo, così da distaccarlo dalla corteccia. Si può così avere un zufolo simile a quello che si ottiene da una chiave bucata (fig. 109), oppure il vero zufolo tagliando la scorza ed il fusto a quel modo che è indicato in B ed in C.

[1] Dicesi linfa il sugo nutrichevole delle piante. Nell'autunno e nella primavera discende un'abbondante corrente di linfa fra la corteccia ed il legno delle piante.

Si può pure fare un ottimo fischietto colla cupola di una ghianda. Si colloca questa scodellina fra il medio e l'indice, alla base di queste due dita, e si chiude la mano così che le dita coprano l'apertura lasciando appena una stretta fessura. Soffiando con lena in quest'apertura introdotta appena fra le labbra si può produrre un suono.

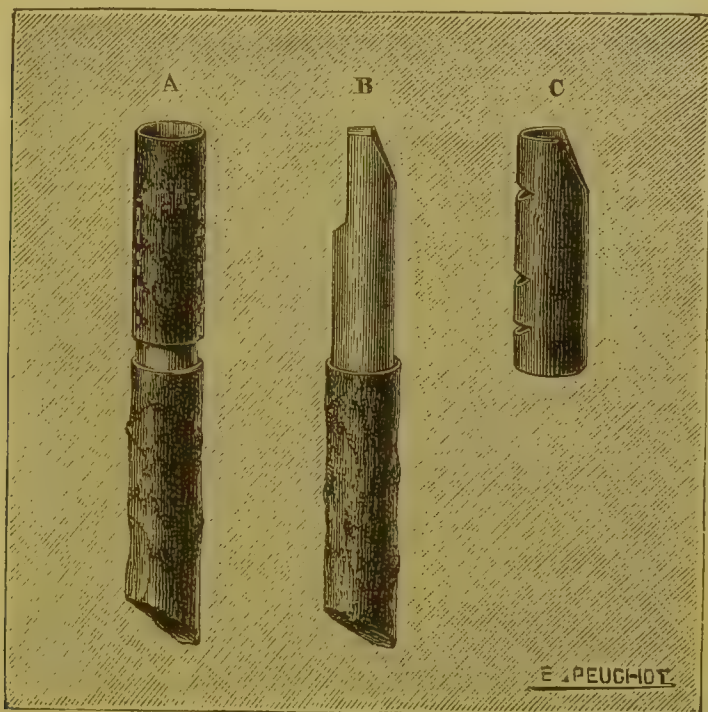



Fig. 109. Il zuffolo di legno.

È cosa facile dimostrare che il suono impiega un certo tempo per propagarsi da un punto ad un altro. Quando si vede da lontano un boscaiuolo, che infigge un cuneo, si riconosce che il suono prodotto dal colpo della mazza sul legno non giunge

all'orecchio se non alcuni secondi dopo il contatto dei due oggetti. Si vede uscire il lampo prodotto dalla combustione della polvere in un fucile molto prima di sentire il rumore prodotto dall'arma da fuoco, a condizione però di trovarsi ad una distanza abbastanza considerevole.

Si può dimostrare la formazione della scala musicale tagliando delle asticelle di legno di diversa grandezza e gettandole successivamente sopra una tavola; i suoni prodotti sono diversi a norma della grandezza dei pezzi tagliati. Lo stesso effetto può ottenersi molto meglio ancora per mezzo di bicchieri a calice più o meno pieni d'acqua. Se si percuotono con una bacchetta, essi danno un suono che può essere modificato versando nel bicchiere una quantità d'acqua più o meno grande; se l'operatore è dotato di un orecchio musicale, può ottenere una vera scala per mezzo di sette bicchieri che danno ognuno la loro nota (fig. 110). Un pezzo di musica può essere suonato con questo metodo. I bicchieri producono un suono argentino spesso chiarissimo e soave.

Completeremo le nozioni elementari che riguardano l'acustica descrivendo un curiosissimo apparecchio dovuto a Tisley: l'armonografo. Questo istrumento, che descriveremo in modo da poterlo costruire con molta facilità, forma l'oggetto di studi eminentemente interessanti.

L' armonografo appartiene alla meccanica pel suo principio, ed alla scienza acustica per la sua applicazione. Esaminiamo prima l'apparato in sè stesso. Esso componsi di due pendoli A e B (fig. 111) sostenuti da sospensioni alla Cardan. Il pendolo B

Fig. 110. I bicchieri cantanti.

porta una piattaforma P, sulla quale si possono collocare dei foglietti di cartoncino bristol, come lo mostra la figura. Questi fogli sono fissati per mezzo di mollette di ottone. Il pendolo A porta un'asta orizzontale all'estremità della quale trovasi fissato un tubo T, il quale termina alla sua estre-

mità inferiore con un' apertura capillare; questo tubo è ripieno d' inchiostro d' anilina e poggia sul bristol; il sostegno ed il tubo vengono equilibrati per mezzo di un contrappeso a vite collocato sulla

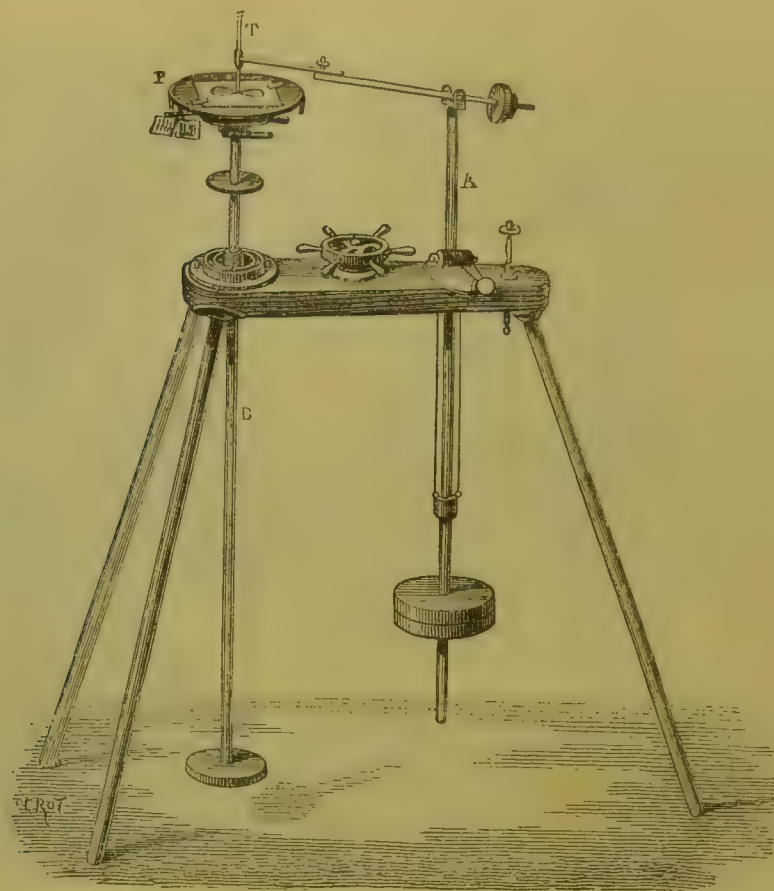



Fig. 111. Armonografo di Tisley.

destra. I due pendoli A e B sono zavorrati mediante anelli di piombo, i quali si possono spostare a volontà sull'asta in modo da ottenere oscillazioni la cui durata può variare entro certi limiti. Perchè il rapporto fra la durata delle oscillazioni dei due pendoli possa regolarsi esattamente, l' asta A

porta un piccolo peso addizionale di cui si può regolare l'altezza per mezzo di una vite e di un piccolo verricello. Imprimendo al pendolo A un moto oscillatorio, la punta del tubetto T traccerà una linea retta sul cartoncino bristol collocato in P; ma se s'imprime un moto al pendolo B, la carta

Fig. 112. 1/2 curva tracciata dall'armonografo.

si sposterà essa pure, la punta del tubo T traccerà delle curve, la cui forma varierà con la natura del moto dell'asta B, il rapporto delle oscillazioni dei pendoli A e B, l'ampiezza dei movimenti, ecc. Se il moto dei pendoli si effettuasse senza attrito, la curva sarebbe la stessa e la punta ripasserebbe indefinitamente sugli stessi tratti, ma l'ampiezza delle oscillazioni diminuendo regolarmente, ne se-

gue che la curva diminuisce di grandezza conservando sempre la sua forma per tendere ad un punto che corrisponde alla posizione di riposo dei due

Fig. 113. $^2/_3$ di curva tracciati dall'armonografo.

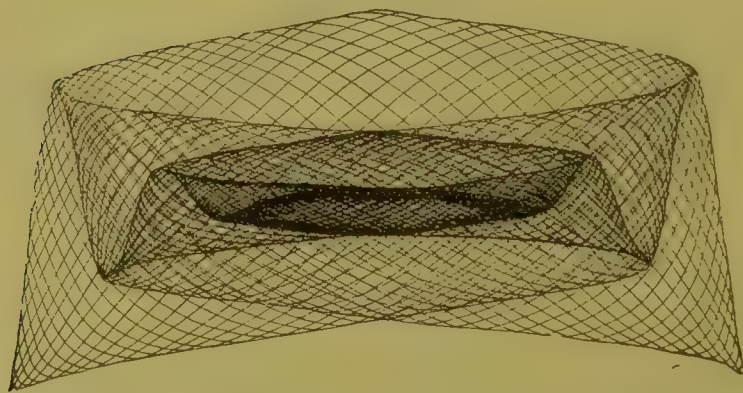



Fig. 114. $^1/_2$ curva e una frazione, tracciata dall'armonografo.

pendoli. Ne risulta che le curve tracciate dall'apparecchio, di cui riproduciamo tre saggi (fig. 112, 113 e 114) sono tracciate con una linea continua cominciando dalla parte che corrisponde alla maggior

grandezza. Cambiando i rapporti delle durate d'oscillazione e le fasi del loro movimento, si ottengono delle curve il cui aspetto varia all'infinito. Tisley possiede una collezione di più di tremila curve che noi abbiamo rapidamente passato e nella quale non abbiamo rinvenuto due figure eguali. Ad ogni rapporto fra queste curve corrisponde una *famiglia* speciale di cui l'analisi può precisare i caratteri generali, argomento che si allontana dal nostro campo.

Imprimendo al piatto P un movimento di rotazione, si ottengono delle curve o spire di un effetto curioso, ma l'apparato è più complicato. Considerato da questo punto di vista, esso costituisce un apparecchio cinematico interessante che mostra la combinazione dei movimenti, e risolve certi problemi di meccanica pura.

Dal punto di vista acustico, esso costituisce un apparecchio di studio non meno curioso. Gli esperimenti di Lissajous hanno provato che le vibrazioni dei *diapason* erano *pendulari,* sebbene più rapide di quelle del pendolo. Si possono dunque riprodurre con questo apparecchio tutti gli esperimenti di Lissajous, con questa differenza che i movimenti essendo più lenti sono più facili a studiarsi e che la loro iscrizione diventa per questo anche più facile. Allorchè il rapporto fra il *numero delle vibrazioni* (noi adoperiamo appositamente la parola vibrazione

invece della parola oscillazione) è un numero semplice, si ottengono i disegni delle figure 112 e 113. Se il rapporto non è *giusto,* si ottiene la figura 114, figura abbastanza irregolare in apparenza e che corrisponde alle *deformazioni* osservate negli esperimenti di Lissajous.

La fig. 113 è stata tracciata col rapporto *esatto* $^2/_3$, la figura 112 col rapporto $^1/_2$, la figura 114 corrisponde al rapporto $^1/_2$ più una piccola frazione che dà origine all'irregolarità della figura. Considerando l'armonia delle figure 112 e 113, di cui la prima corrisponde all'*ottava* e la seconda alla *quinta,* nel mentre che la figura 114 corrisponde ad una *nona,* intervallo spiacevole, non si è forse tentati di prestare una certa fede alla legge fondamentale dei *rapporti semplici* come base dell'armonia? Per l'occhio ciò sembrerebbe fuori di dubbio; i musici si contenteranno essi di questa spiegazione?

L'armonografo di Tisley, come si vede, è un apparecchio abbastanza complicato; resta ora a dimostrare come si possa renderlo pratico e fabbricarlo per mezzo di qualche assicella.

Io ho cercato di costruire un apparecchio della massima semplicità con materiali tanto comuni quanto potei trovare, lusingandomi che questo sarebbe il migliore mezzo di permettere a tutti di riprodurre queste belle curve d'intervalli musicali.

Così io proscrissi completamente l'uso dei me-

talli e costrussi tutto l'apparecchio con pezzi di righe da disegno e con scatole da sigarette.

Ecco come praticai: Sopra due lati consecutivi di una tavoletta da disegno, io fissai quattro piccole

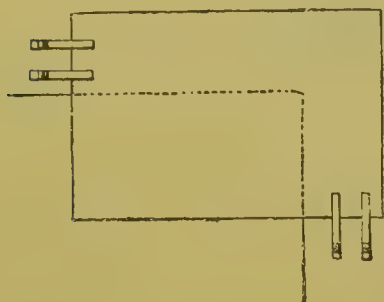
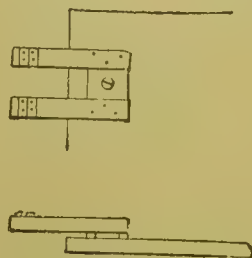



Fig. 115. Fig. 116.
Modo di costruire un armonografo.

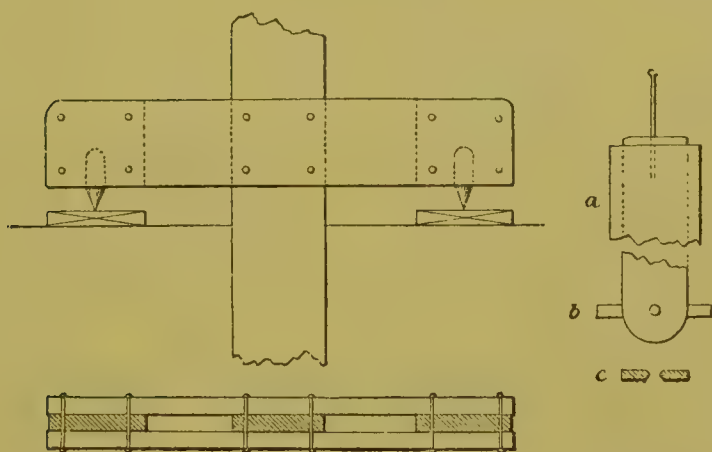



Fig. 117. Altre figure relative al medesimo soggetto.

aste di legno (fig. 115) parallele due a due e munite alla loro estremità di un pezzetto di latta in modo da formare una specie di scanalatura (fig. 116).

Sopra queste scanalature si appoggeranno i coltelli o piuttosto i chiodi che sostengono i pendoli.

Questa tavoletta è collocata a guisa di squadra sull'orlo di una tavola in modo che i pendoli, oscillando nei due piani rettangolari, siano in due piani sensibilmente paralleli ai lati della tavola.

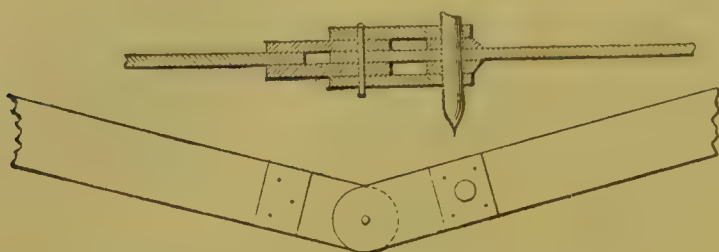



Fig. 118. Particolari del meccanismo.

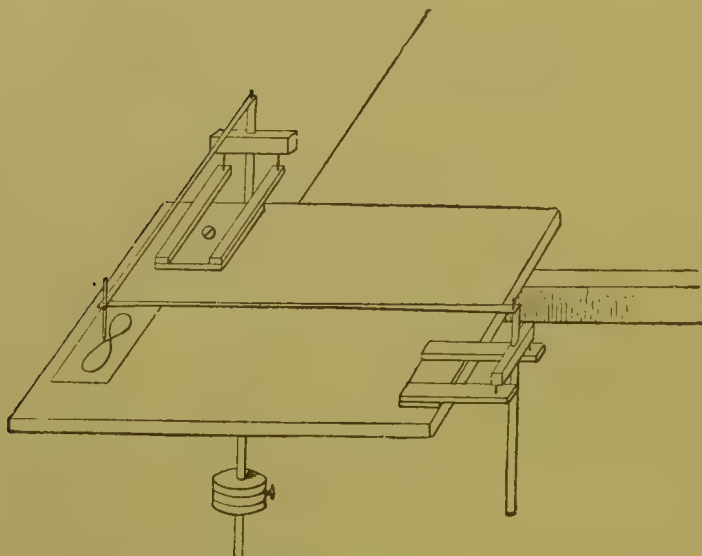



Fig. 119. Apparecchio nel suo complesso.

I pendoli sono formati di un'asta di legno sottile, la quale porta verso l'estremità superiore due pezzetti di legno, perpendicolari alla sua lunghezza, muniti di chiodi acutissimi sui quali oscilla il pendolo. La figura 117 a pag. 179 dà un'idea di tale disposizione.

Questi pendoli portano alla loro estremità superiore uno spillo piantato verticalmente e sul quale s'infila l'estremità di un'asta, la quale, per mezzo di una cerniera, riunisce l'estremità dei due pendoli. Questa disposizione dell'ago è vantaggiosissima, e se si ha cura di fare il foro dell'asta a cerniera in forma di doppio cono, come lo indica la figura 117 (*c*), essa effettua una vera commensura universale, la quale lascia all'asta qualunque movimento di piccola estensione.

Finalmente, per completare l'apparecchio, le estremità dei due pendoli sono riunite per mezzo di un'asta a cerniera, di cui il punto d'incontro porta un tubetto di vetro affilato il quale traccia le curve. La cerniera è conforme ai particolari esposti più sopra (fig. 118).

In conclusione, sono le estremità delle due aste che si adattano alle due punte dei pendoli (figure 118 e 119).

I pendoli sono muniti di dischi di piombo, i quali possono essere fissati all'altezza voluta mediante apposite viti di pressione.

LA LUCE E L'OTTICA.

Dopo aver citato parecchi esperimenti d'acustica, tenteremo lo studio elementare dell'ottica.

Si è spesso imbarazzati per rendersi conto approssimativamente del valore di due sorgenti luminose. Nulla evvi tuttavia di più facile, come vedremo fra poco. Nella comparazione delle diverse sorgenti di luce è necessario tener calcolo della spesa occorrente per ogni ora, del colore della luce, del valore luminoso della sorgente, ed in particolare della stabilità assoluta della fiamma.

L'intensità luminosa di un becco si calcola generalmente in candele e si prende per tipo quella di 10 al chilogramma. Appositi apparati di precisione servono a fare questi studi quando si desiderano rigorosi; ma è facile munirsi d'un materiale abbastanza sufficiente per rendersi conto delle diverse illuminazioni usuali.

Supponiamo, per esempio, che bisognasse sapere o l'intensità di due lampade rivali, o il valore in candele di una sorgente luminosa, vale a dire comparare una lampada con una candela. Si disporranno sopra una tavola le due sorgenti luminose ad eguale altezza, B e C (fig. 121 a pag. 185), poi vi si collocherà davanti un corpo opaco A, e finalmente un grande foglio di carta sarà posto vicino

al corpo opaco il più verticalmente possibile, formando in tal modo un telaio. Accendendo allora B e C, si produrranno due ombre E ed F, nelle quali si arriverà facilmente a determinare con esattezza l'eguale intensità, avvicinando od allontanando una delle due sorgenti di luce.

Ciò ottenuto, le intensità luminose saranno inversamente proporzionali ai quadrati delle distanze misurate A B e A C. Per mezzo di processi identici si è pervenuto a stabilire la tavola seguente, la

NATURA DELLE ILLUMINAZIONI	QUANTITÀ bruciata per ogni ora	POTENZA in candele tipi	VALORE IN CENTESIMI della materia bruciata	VALORE IN CENTESIMI della unità di luce
			c. m.	c. m.
Candela della Stella (antica) 10 al chilog. a . . . . $3^{f.}$ 20	$9^{gr.}600$	1	3.072	3.072
Candela stearica. . . . . . . $3^{f.}$ 20	$10^{gr.}100$	1 debole	3.251	3.251
— — . . . . $2^{f.}$ 90	$10^{gr.}500$	1 debolis.	3.045	3.045
Candela di sego . . . . $4^{f.}$ 70	$9^{gr.}730$	0.874	1.654	1.887
Lampada moderatore 12 linee, olio depurato a $1^{f.}$ 40 al chilog. . . .	$42^{gr.}000$	7.000	5.880	0.840
Gas ordinario delle città, a $0^{f.}$ 50 il metro cubo, bruciato col becco Manchester piatto	$97^{lit.}000$	7.360	4.850	0.650
Gas ordinario delle città, a $0^{f.}$ 50 il met. cubo, bruciato col becco n. 8.	$154^{lit.}000$	14.440	7.700	0.537
Lampada a petrolio, becco piatto (9 linee), olio a $1^{f.}$ 15 il chilog.	$48^{gr.}000$	10.000	4.600	0.460
Lampada a olio di schisto, becco 14 linee a $1^{f.}$ 10 il chilog. . . .	$53^{gr.}000$	14.000	5.830	0.410
Gas ordinario (provincia), a 30 c. il metro cubo, becco piatto n. 6.	$97^{gr.}000$	7.360	2.910	0.394
Gas ordinario (provincia), a 30 c. il metro cubo, becco piatto n. 8.	$154^{gr.}000$	14.440	4.620	0.319
Lampade ad essenza minerale di 12 linee ordinarie	$40^{gr.}000$	12.000	"	"
Lampada ad essenza minerale a quadrupla corrente d'aria gazolina pesante $660^{gr.}$, il litro a 70 c.	$30^{gr.}000$	14.000	3.181	0.227

quale contiene i valori relativi delle diverse illuminazioni più generalmente in uso.

In questo quadro non abbiamo compreso l'illuminazione elettrica, sebbene abbia preso in questi ultimi tempi un grande sviluppo; quali pur siano i

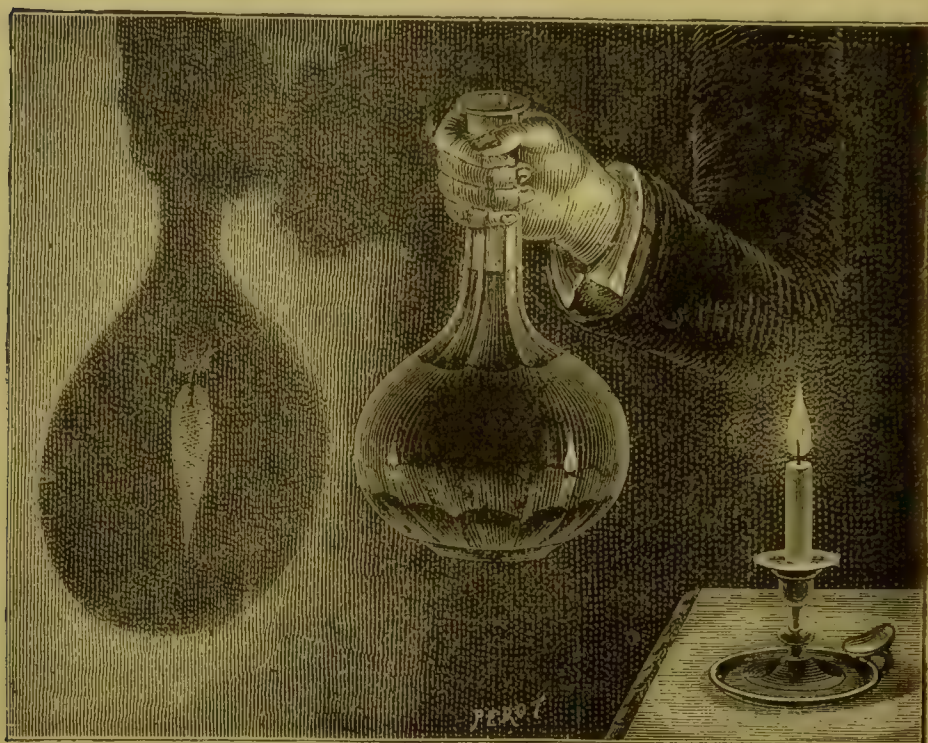



Fig. 120. Una bottiglia adoperata come lente convergente.

progressi effettuati, questo sistema d'illuminazione non è però ancora penetrato nel dominio della vita domestica.

Per mostrare gli effetti della rifrazione, basta immergere un bastone nell'acqua; si vede allora assumere l'apparenza di un bastone spezzato. Si può ancora collocare una moneta nel fondo di una ba-

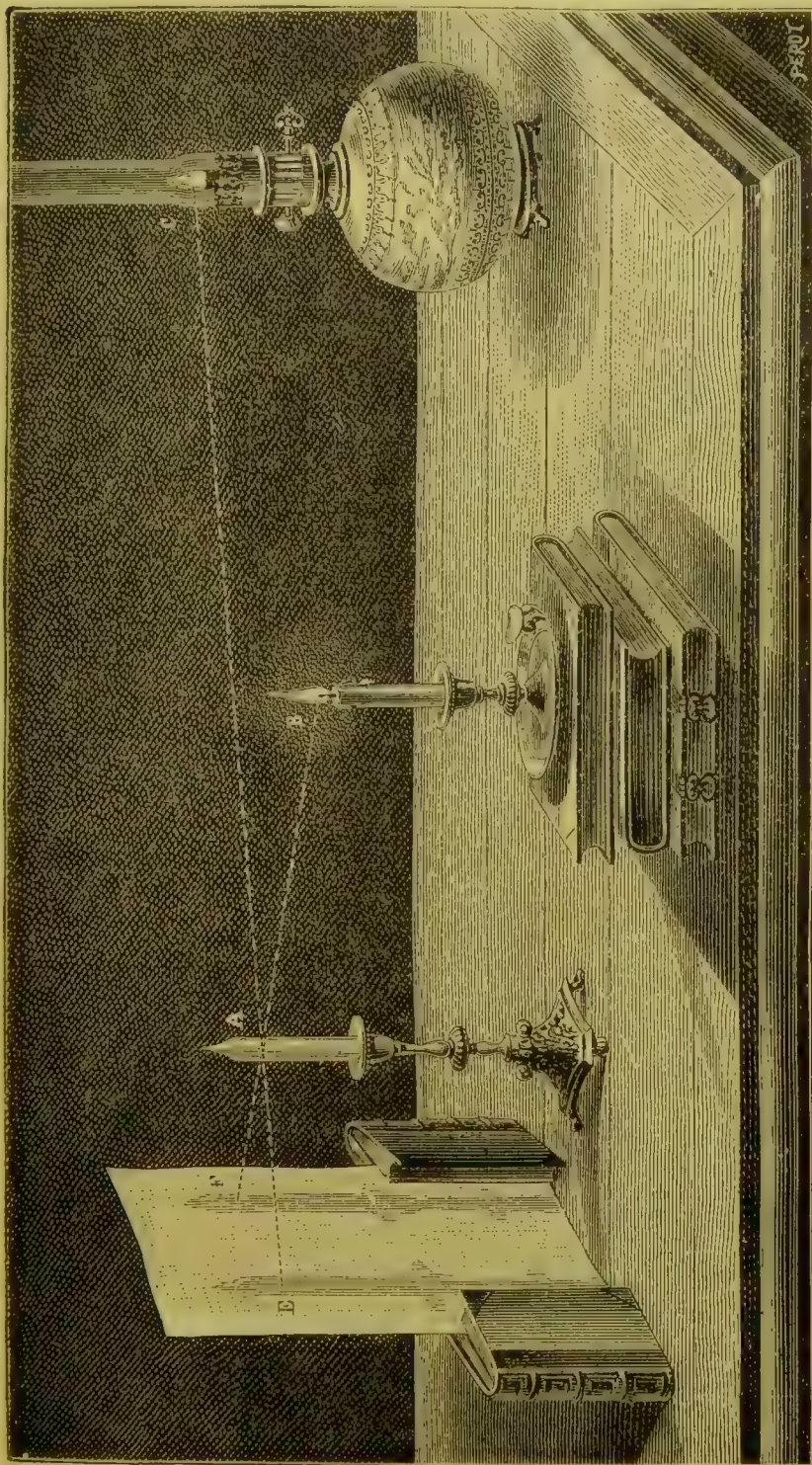



Fig. 121. Un Apparecchio fotometrico elementare.

cinella ed abbassarsi poco a poco fino a tanto che l'orlo del recipiente formando ostacolo, si cessi di vedere la moneta nel fondo del vaso. Se un operatore allora riempie la bacinella d'acqua, la moneta riappare come se il fondo si fosse sollevato.

Le lenti di vetro usate dai fisici possono essere sostituite da una semplice caraffa sferica piena di acqua. Una candela viene accesa nella oscurità, se si colloca la caraffa fra questa candela ed un muro, si vede l'immagine capovolta di questa formarsi per mezzo di questa lente convergente improvvisata (fig. 120).

Far vedere L. 7.50 con una moneta da 2 lire. — Per fare questa esperienza abbisognano un bicchiere, un piatto, un po' d'acqua, una moneta da due lire ed un fiammifero. Può venire proposta genialmente e dà la soluzione dello strano problema: Fare vedere L. 7,50 con sole 2 lire.

Voi pigliate una moneta da due lire e la collocate in mezzo di un piatto che contenga tanto di acqua da coprire la moneta. Voi prenderete dopo un bicchiere comune, col fondo concavo ed arrotato, rivoltandolo coll'apertura in basso, e lo riscaldate all'interno con un fiammifero. Appena l'aria contenuta nell'interno è sufficientemente calda, cioè appena il bicchiere comincia ad appannarsi voi lo porrete sopra la moneta da 2 lire che si trova nel piatto (fig. 122).

L'acqua presto si innalzerà nel bicchiere per la contrazione dell'aria che, dilatata per effetto del riscaldamento, si raffredda subito, e della pressione atmosferica che fa salire l'acqua nell'interno del

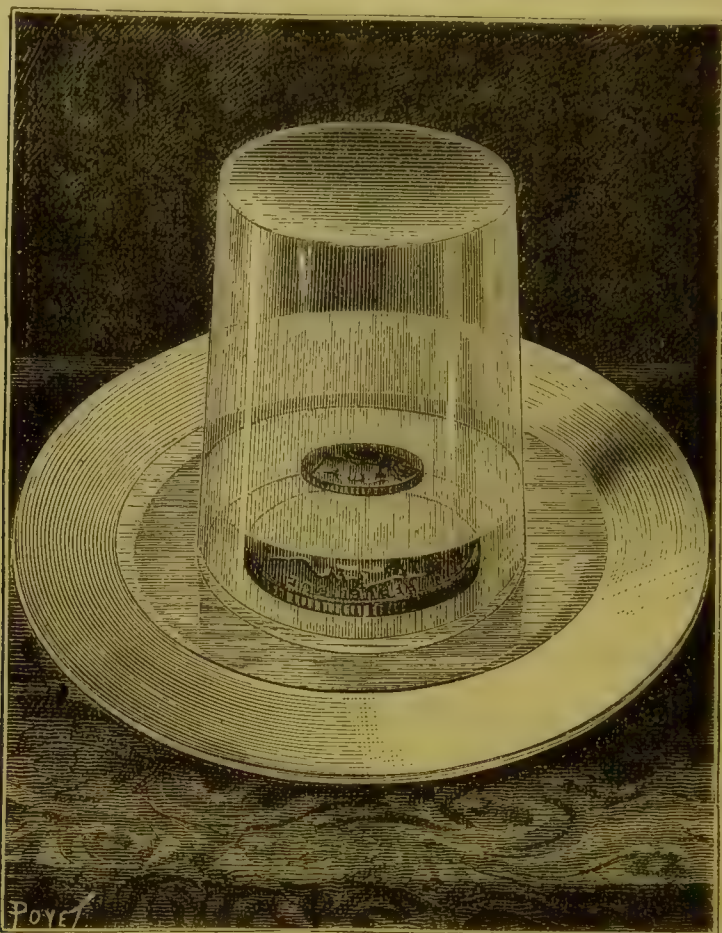



Fig. 122. Esperimento di rifrazione e lente divergente ottenuta con un bicchiere.

bicchiere ad occupare il vuoto che si produce in seguito alla contrazione. Guardate allora la superficie del liquido e voi vedrete l'immagine duplicarsi per la rifrazione; voi vedrete la moneta da 2 lire, ed un po' sotto di questa comparirà l'imagine di

una grossa moneta d'argento, del diametro apparente di uno scudo. Dopo guardate il vetro dall'alto del bicchiere. Il fondo concavo fa da vera lente divergente, che dà all'occhio un'imagine impicciolita della moneta da 2 lire affatto simile ad una moneta da cinquanta centesimi. $2 + 5 + 0,50 = 7,50$. Sono dunque sette lire e mezza che vi permette di vedere questa esperienza curiosissima.

Una sfera di vetro costituisce pure un eccellente microscopio. Basta riempirla d'acqua limpida e chiuderla con un turacciolo. Un filo di ferro avvolto attorno al suo collo, disposto in modo che una delle due estremità riesca al suo foco, serve di sostegno all'oggetto che si vuole osservare sotto un ingrandimento di alcuni diametri. Se una moneta, per esempio, viene fissata all'estremità di questo filo, si vede grossissima guardandola colla sfera di vetro (fig. 123). Basta esaminare l'insetto attraverso il globetto pieno d'acqua, per distinguere molte particolarità nel suo organismo mercè questa lente sì facile a costruirsi. Questo piccolo apparecchio può servire ancora ad aumentare l'intensità di una sorgente luminosa di debole intensità, qual sarebbe una candela accesa. Essa è usata a tale effetto dagli orologiai ed incisori.

Se si espone una bottiglia piena d'acqua sopra una tavola ai raggi solari e se si colloca l'estremità di un zolfanello chimico nel punto *caustico* formato

dai raggi rifratti, il zolfanello non tarderà ad infiammarsi. L'esperimento mi è riescito anche col sole di ottobre, con più facilità però nei giorni caldi.

Un giorno io percorrevo le gallerie del Conser-

Fig. 123. Microscopio semplice formato da una sfera di vetro piena d'acqua.

vatorio di Arti e Mestieri a Parigi, quando sono aperte al pubblico e che la folla vi affluisce; il numero dei visitatori che si spingeva nel gabinetto d'ottica, davanti i curiosi specchi concavi e convessi, ove gli oggetti si deformano ed assumono un aspetto

così singolare, era sì rilevante, che le guardie dovevano far sfilare a poco a poco i curiosi. Erano risate di gioia da parte dei fanciulli, grida assordanti, quando vedevano l'immagine del loro viso allungata in uno degli specchi o schiacciata in un altro. Ecco, dicevo fra me stesso, delle osservazioni d'ottica assai semplici che ottengono un grande successo; pochi pensano di farle, e tutti hanno tuttavia il modo di eseguirle. Basta specchiarsi in un cucchiaio brunito o meglio in una caffettiera d'argento. La parte panciuta forma un eccellente specchio convesso e quando le si avvicina una mano, si vede l'immagine ingrandirsi e deformarsi, come nei bellissimi apparecchi del Conservatorio d'Arti e Mestieri (fig. 124).

I fenomeni più sorprendenti, più brillanti, non sono sempre quelli che esigono gli apparecchi più complicati. Che cosa vi è di più leggiadro d'una bolla di sapone, formata con tanta facilità all'estremità di un cannello di paglia? (fig. 125).

" Sul principio, dice il nostro amico A. Guillemin, al quale noi togliamo le bellissime cose scritte a questo riguardo, quando la sfera liquida non ha ancora che un piccolo diametro, la pellicola che ne limita i contorni è incolore e trasparente. A poco a poco l'aria che viene spinta nel suo interno, premendo egualmente in tutti i punti la superficie concava, aumenta il diametro a spese dello spes-

sore; è allora che si vedono apparire, debolmente sul principio, poi più brillanti, una serie di colori che nascono gli uni di seguito agli altri, formando colla loro mescolanza delle tinte iridescenti, fino al

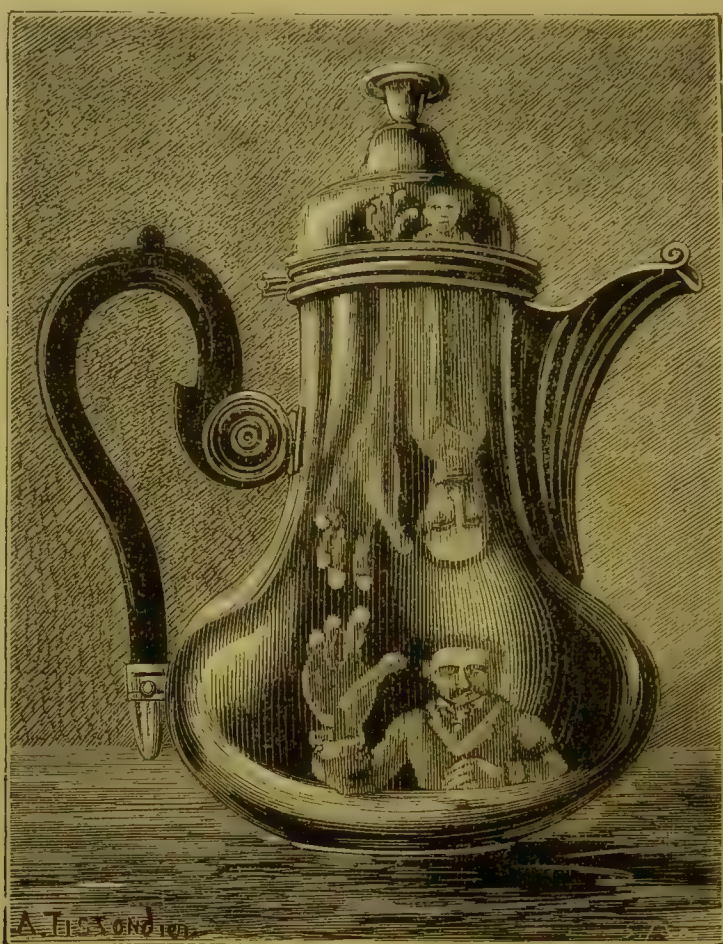



Fig. 124. Deformazione delle immagini in una caffettiera d'argento. Specchi concavi e convessi.

momento in cui la polla, diminuendo di spessore, non offre più una resistenza sufficiente all'azione del gas ch'essa rinchiude. Delle macchie nere si manifestano allora alla sommità, e subito la palla scoppia. Questo esperimento così semplice, questa ricrea-

zione fanciullesca, che presenta tante attrattive agli occhi dell'artista amante dei colori, non è meno bella nè meno interessante agli occhi dello scienziato. Newton ne fece l'oggetto de' suoi studi e delle sue

Fig. 125. Bolla di sapone formata all'estremità di un cannello di paglia. Fenomeno degli anelli colorati.

meditazioni, e dall'epoca in cui visse questo grande uomo, i colori della bolla di sapone occupano un posto distinto fra i più curiosi fenomeni d'ottica; si studiano in fisica sotto la denominazione di *anelli colorati nelle lamine sottili*. „

L'ELETTRICITÀ.

I principii su cui si fonda la scienza dell'elettricità possono essere studiati coll'aiuto di oggetti da tutti posseduti.

Basta strofinare con un pezzo di panno un bastoncino di ceralacca, e si vedrà subito attirare dei pezzettini di carta leggerissimi ai quali sarà avvicinato.

Nulla havvi di più facile che il fabbricare da sè medesimi un pendolino per mostrare più chiaramente questo fenomeno dell'attrazione elettrica. Una verghetta di ferro fissata sopra un piede di legno, termina alla sua estremità superiore ripiegata con un uncino, al quale trovasi attaccato un filo di seta munito di una pallina ricavata da un turacciolo di sughero. Il bastoncino di ceralacca, elettrizzato mediante la confricazione, attirerà subito questa pallina, come mostra la figura 126.

La pipa elettrica. — Ponete una pipa di terra da cinque centesimi in bilico sull'orlo di un bicchiere, in modo che possa oscillare senza ostacoli. Si vuole far cadere la pipa senza toccarla, senza soffiare, senza muovere il bicchiere che la sostiene, ecc. Pigliate un calice di vetro simile al primo (fig. 127) e lo fregate energicamente sul panno della manica,

tenendo il braccio teso. Il vetro si elettrizza per effetto dello sfregamento, e quando sarà sufficentemente strofinato avvicinerete la superficie così elettrizzata a circa un centimetro dalla estremità del

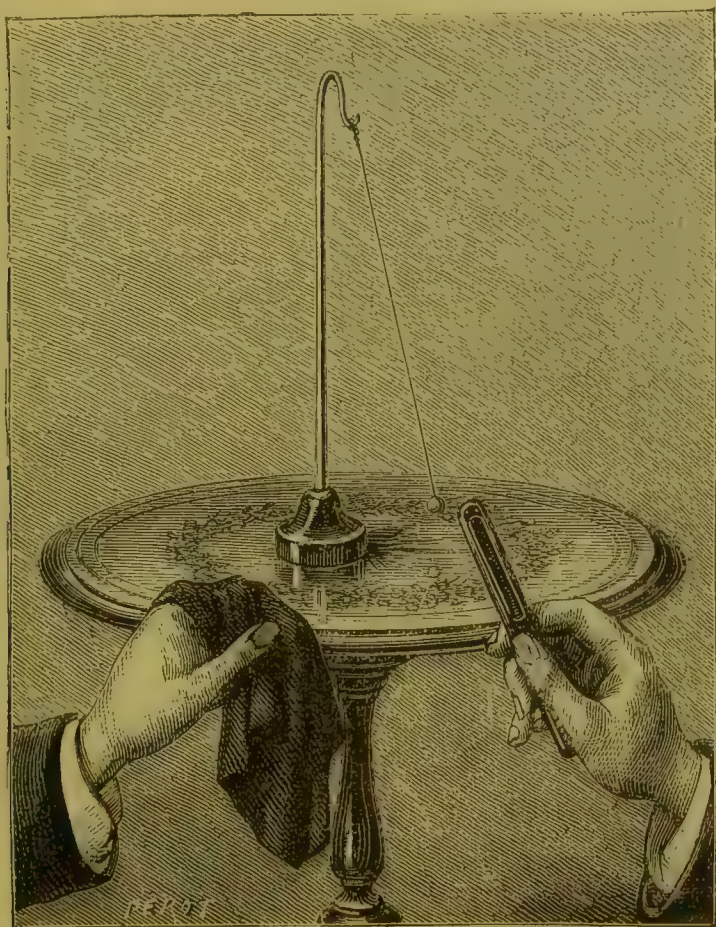



Fig. 126. Bastoncino di ceralacca elettrizzato, che attira una pallina di sughero.

tubo della pipa e vedrete che questo sarà attirato seguendo il movimento del bicchiere elettrizzato e finirà per cadere dalla sua base.

Notiamo che giova a questo risultato la disposizione della pipa che in questo caso è una vera leva

delle braccia disuguali. L'attrazione elettrica, seb bene sia piccolissima, agendo sopra di un lungo braccio di leva, può muovere una messa relativamente pesante come la testa della pipa.

Fig. 127. Attrazione d'una pipa con un bicchiere elettrizzato.

Un foglio di carta ci basterà per produrre la scintilla. Prendo un foglio di carta da disegno abbastanza solido e di formato grande; lo riscaldo fortemente, indi l'applico sopra un tavolo di legno. Lo strofino poscia con una mano perfettamente

asciutta, oppure con una stoffa di lana, fino a tanto che aderisca al tavolo. Ciò fatto, colloco un mazzo di chiavi nel mezzo del foglio di carta, poscia lo sollevo prendendolo per due angoli. Se in questo istante qualcuno avvicina un dito al mazzo di chiavi ne trae una brillante scintilla. Il metallo si è impadronito dell'elettricità sviluppata della carta; se l'aria è asciutta, e se la carta è stata ben riscaldata a varie riprese la scintilla può raggiungere talvolta due centimetri di lunghezza [1].

Il ballo dei fantocci. — Procuratevi una lastra di vetro di 35 o 40 centimetri di lunghezza e 25 centimetri di larghezza. Dopo cercate due grossi libri che porrete sulla tavola in maniera che trattengano la lastra di vetro, come è rappresentato nella figura 128.

Bisogna mettere la lastra fra i fogli del libro in modo che si trovi a circa tre centimetri di distanza dalla tavola. Quindi colle forbici taglierete in una sottile carta velina (giova quella che si adopera per le sigarette) delle signore, dei pulcinelli, degli animali, delle rane, tutta insomma una piccola compagnia di ballo. Questi personaggi non devono superare l'altezza di due centimetri; noi ne rappresentiamo alcuni saggi a grandezza naturale. Possono anche essere fatti di carta colorata, il che aumenta

[1] Questo interessante esperimento, di cui abbiamo verificato l'esattezza, ci è stato comunicato dal professor Waldner e A. Keppler.

l'interesse dell' esperienza per i piccoli spettatori. Introdurrete i ballerini di carta nella sala da ballo, cioè nello spazio compreso fra i libri, la lastra di vetro e la superficie della tavola e li porrete cori-

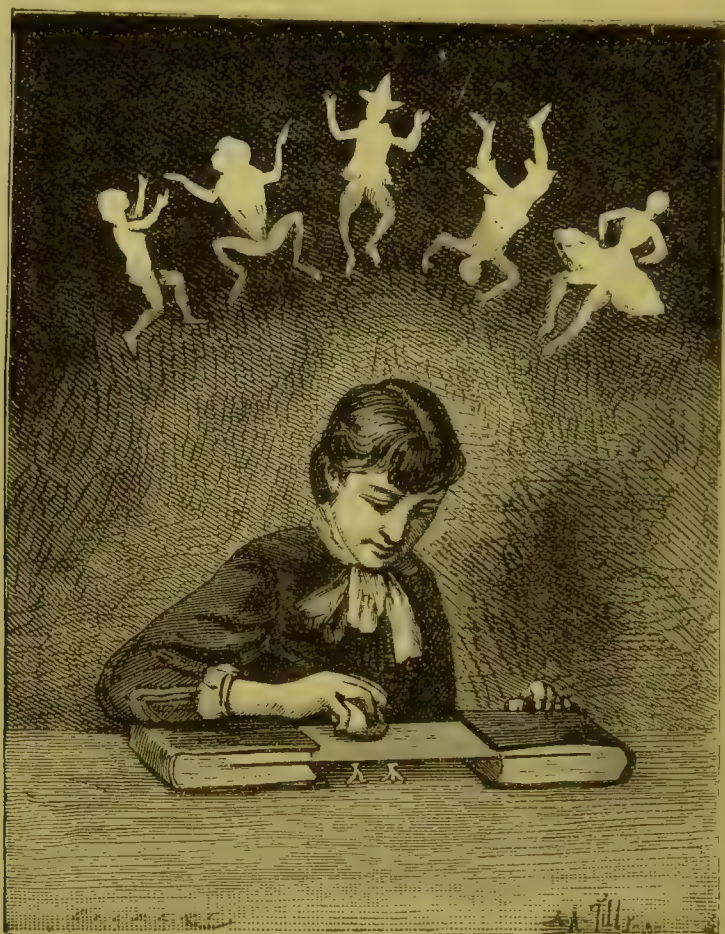



Fig. 128. La danza dei fantocci.

cati l'uno accanto all'altro. Allora fregherete rapidamente la superficie superiore della lastra con un pezzo di stoffa di lana o di seta: ed ecco che, dopo alcuni istanti di questo lavoro, voi vedete che i piccoli personaggi, attirati dall'elettricità, si risvegliano,

si drizzano in piedi e saltano contro il soffitto trasparente della loro sala da ballo. Presto ne vengono respinti per essere di nuovo attirati e dànno così spettacolo di una danza stravagante. Se si cessa di fregare il vetro il ballo continua per un certo tempo, sinchè la lastra rimane elettrizzata, e può ripigliar animazione anche col semplice contatto della mano.

Perchè quest'esperienza riesca è necessario che il vetro sia bene asciutto. Riscaldando lo strofinaccio il ballo si fa più presto e più allegro. Giova meglio servirsi di uno strofinaccio di seta invece che di uno di lana.

In questa esperienza abbiamo da notare i seguenti fatti: 1.° Il vetro elettrizzato sulla sua superficie superiore attira i pezzetti di carta; 2.° I ballerini in contatto del vetro si elettrizzano come il vetro e ne sono respinti; 3.° Cadendo sulla tavola che è un corpo buon conduttore dell'elettricità questa si disperde.... e si ricomincia da capo.

Completeremo ora facilmente la nostra collezione di apparecchi elettrici. Necessita di fare un elettroforo, una bottiglia di Leyda, e di ottenere delle scintille elettriche che oltrepassino un centimetro di lunghezza, e producano sulla mano la sensazione della puntura particolare che la caratterizza; tutto questo si può ottenere con oggetti comuni.

Si prende un vassoio da tè di latta verniciato a

lacca, lungo 30 o 40 centimetri; si taglia un foglio di carta da imballare, piuttosto grossa e solida in modo da essere facilmente applicata sulla parte piana del vassoio. Si fissano, per mezzo di ceralacca, due liste di carta, alle due estremità del foglio, in modo da poterlo sollevare senza difficoltà quando esso è collocato sul piano. Il vassoio da tè è collocato sopra due bicchieri da tavola che gli servono di sostegno.

Ecco fatto l' elettroforo. Vediamo ora come si pratica per farlo operare.

Si scalda il foglio di carta da imballaggio sopra un fuoco molto ardente, di un braciere o di un fornello bene acceso; bisogna scaldarlo per molto tempo, ed a varie riprese, in modo che la carta sia ben secca, e che la sua temperatura sia quanto si può elevata. Ciò fatto, si colloca rapidamente, allo scopo di evitarne il raffreddamento, sopra una tavola di legno, e vi si opera una confricazione molto energica mediante una spazzola da abiti abbastanza rigida e secca. Si colloca la carta sul vassoio; si tocca quest' ultimo colle dita e si solleva la carta per mezzo delle due impugnature applicatevi. Se in questo momento una persona avvicina un dito all' orlo del vassoio, essa farà scoccare una scintilla visibile (fig. 129). Si può rimettere allora la carta sul vassoio, toccare l'orlo una seconda volta, e sollevare nuovamente la carta; una seconda scintilla

scoccherà, e così di seguito, a sette od otto riprese diverse.

Eccoci provvisti di una vera macchina elettrica. Come faremo ora per fabbricare una bottiglia di

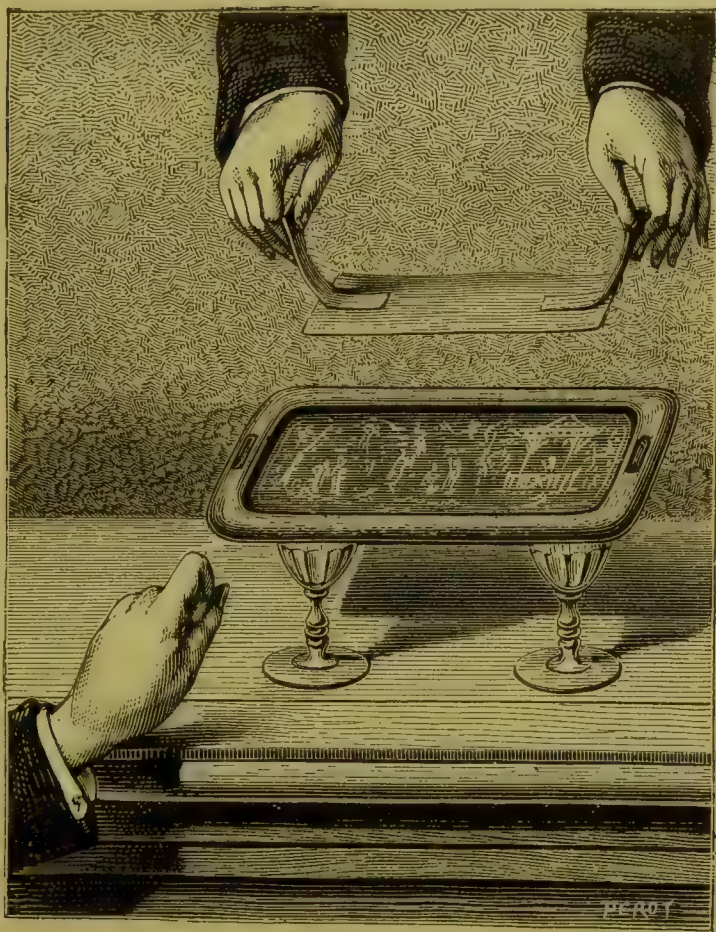



Fig. 129. Un elettroforo costrutto con un vassoio da tè ed un foglio di carta.

Leyda? Nulla di più facile; prenderemo una tazza di vetro, la riempiremo fino a circa due terzi con pallini da caccia, poscia immergeremo in mezzo a questo piombo un cucchiaio da caffè, e se tutti questi oggetti sono perfettamente secchi, avremo

un'eccellente bottiglia di Leyda. Per caricarla, faremo operare il nostro elettroforo come abbiamo indicato precedentemente. Nel tempo che un operatore toccherà l'orlo del vassoio e solleverà il foglio di carta, una seconda persona, tenendo il bicchiere per il fondo, l'avvicinerà al vassoio, in modo che la scintilla scocchi all'estremità del manico del cucchiaio. Si caricherà così la bottiglia di Leyda per mezzo di parecchie scintille successive; si potrà ottenere allora una piccola scarica, sia avvicinandola al vassoio, oppure alla mano (fig. 130).

Luigi Figuier, nelle sue *Meraviglie della Scienza,* racconta che Wollaston, avendo incontrato una sera in una via di Londra un suo amico, estrasse dalla tasca un ditale da cucire in rame e se ne servì per costruire una pila microscopica. Per far questo, egli tolse il fondo al ditale, lo ridusse piatto con un sasso in modo da avvicinare le due superficie interne a due linee circa l'una dall'altra, poscia collocò fra le due superficie di rame una laminetta di zinco che non era in contatto nè coll'una nè coll'altra delle pareti di rame, mercè l'interposizione di un poco di ceralacca. Collocò questo piccolo elemento così preparato in una ciotoletta di vetro, precedentemente riempita col contenuto di una bottiglietta piena di acqua acidulata con acido solforico. Riunendo esternamente la laminetta di zinco col suo involucro di rame per mezzo di un filo di pla-

tino, arroventò in un istante questo filo mediante l'elettricità sviluppata dalla piccola pila. Le dimensioni di questo filo di platino erano eccessivamente piccole; esso aveva soltanto un trenta-millesimo di

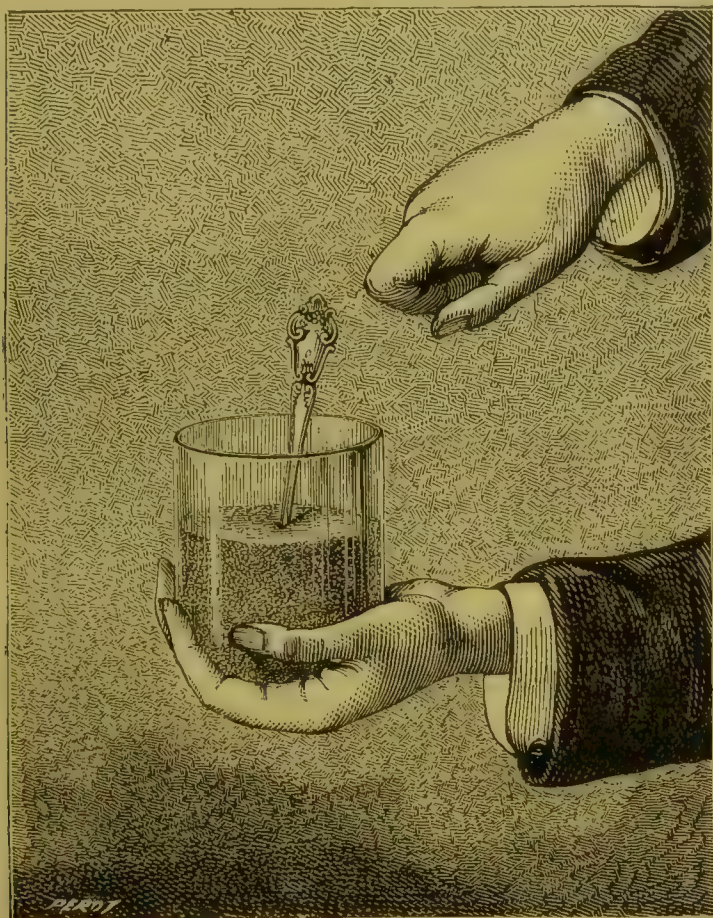



Fig. 130. Una bottiglia di Leyda fatta con un bicchiere, con pallini da caccia ed un cucchiaio.

pollice di diametro, ed un trentesimo di pollice di lunghezza.

Stante le sue piccolissime dimensioni, questo filo di platino poteva essere non solamente portato al rosso bianco, ma ancora fuso da questa piccola bat-

teria. Così l'amico di Wollaston, testimonio di questo esperimento, potè accendere sul luogo dell'esca per mezzo di questo filo arroventato.

In questa piccola batteria di Wollaston, il rame avviluppava da ogni parte la laminetta di zinco, vale a dire l'elemento negativo era molto superiore in superficie al metallo positivo.

Non è cosa impossibile, dopo l'elettricità, di tentare lo studio del magnetismo e di costruire anche una bussola. Noi ne troviamo il modo, togliendo un passo curioso al *Magazzino Pittoresco*. Prendete un piccolo turacciolo e attraversatelo con un ago da calza ordinario (fig. 131) che avrete calamitato, collocandolo nella direzione di nord-sud, e confricandolo delicatamente e sempre nel medesimo senso con una di quelle calamite a ferro di cavallo, da pochi centesimi, con cui si trastullano i fanciulli. Una volta che l'ago E attraversa il turacciolo, piantate in questo stesso turacciolo un ago da cucire, o meglio uno spillo la di cui punta poserà in uno dei fori che coprono la parte superiore di un ditale da cucire. Per tenere in equilibrio l'ago calamitato infiggerete un zolfanello C nel turacciolo, da ogni lato, come vedesi nella figura, e farete aderire all'estremità di ogni zolfanello una pallina di cera.

Equilibrate in seguito tutto il sistema, cioè l'ago, le palline di cera, lo spillo, in modo che il tutto presenti abbastanza solidità, come indica il di-

segno. Siccome è cosa importantissima, con un istrumento tanto sensibile, che l'agitazione dell'aria sia evitata, collocherete il ditale nel fondo di un bacino ordinario di terra cotta B, D, T, e lo chiuderete con un vetro V.

Per graduare la bussola, coll' aiuto di un compasso, si descrive un circolo sopra una carta alquanto resistente. Sopra questo quadrante, si tracciano delle

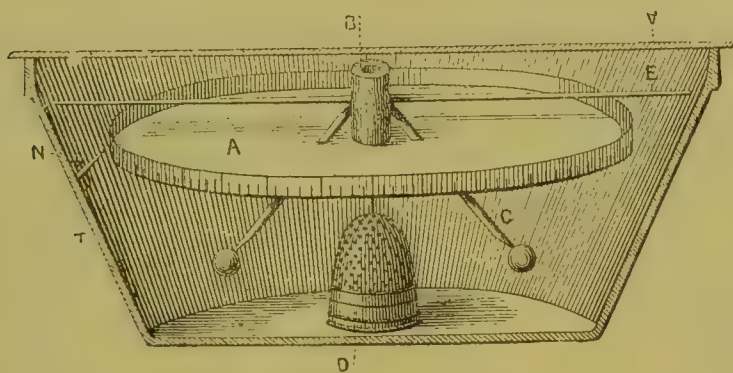



Fig. 131. Una bussola economica.

divisioni sufficientemente vicine, solamente alle estremità nord dell'ago, poi si fissa la carta al disotto, come indica la figura 131. Si attacca poscia con una pallottola di cera un pezzetto di zolfanello appuntito N, dirimpetto all' estremità nord dell' ago nell' interno del bacino. Si ha in tal modo un' eccellente bussola con pochissima spesa.

Si può ancora calamitare un ago finissimo da cucire, ed ungerlo passandolo ripetutamente sopra un pezzetto di sego. In queste condizioni, esso può

galleggiare alla superficie dell'acqua contenuta in un bicchiere ed orientarsi dirigendosi verso il polo.

Noi non abbiamo creduto di poter meglio terminare il nostro saggio d'insegnamento elementare, che recando un esempio così semplice della costruzione di una bussola. Nulla vi è di più utile di questo modo di costruzioni pratiche e d'osservazioni di ogni genere nel mondo materiale. Galileo scoprì le leggi del pendolo considerando l'oscillazione di una lampada in una chiesa. Abbiamo già detto che Newton scoprì il principio dell'attrazione universale vedendo cadere un pomo; Pascal fu iniziato a studiare le leggi dell'acustica sentendo risuonare un piatto di porcellana, che qualcuno, durante un pranzo, aveva per caso urtato con un coltello.

Potremmo moltiplicare gli esperimenti di fisica senza apparecchi, ma crediamo di averne dato abbastanza numerosi esempi perchè i lettori possano esercitarsi ad immaginarne degli altri ancora. Il seguente capitolo dà tuttavia l'enumerazione di un gran numero di fenomeni, i quali possono essere studiati senza l'aiuto di alcun istrumento particolare.

Il circo magico. — La proprietà che ha la calamita di attirare il ferro è spesso messa in pratica nel *segreto* di certi trastulli. Tutti conosciamo i cigni ed i pesci di latta terminati da una asticella di ferro

dolce [1] che vengono attirati col mezzo di una piccola calamita. La fig. 132 rappresenta un trastullo molto meno diffuso.

È un circo sulla cui pista si pongono dei piccoli

Fig. 132. Circo magico basato sul magnetismo.

burattini, una cavallerizza, un pagliaccio, ecc. Facendo girare una manovella, il fantoccio si mette in movimento e gira attorno alla pista. Questo risultato è ottenuto colla rotazione di una calamita

[1] Dicesi ferro dolce il ferro puro che non contiene carbone.

nascosta nell'interno della scatola, che trascina con sè il burattino che si trova aderente ad una laminetta di ferro.

Ma le calamite non attirano solamente il ferro. Anche fra le calamite si manifestano dei fenomeni

Fig. 133. Il giuoco dell'indovino magnetico.

di attrazione e di repulsione. Se avvicinate ad un ago calamitato un altro ago, vedrete che le due estremità si attirano e si respingono.

Si attirano quando si avvicinano le due estremità che si rivolgono a punti opposti del meridiano, cioè al nord ed al sud; invece si respingono se si av-

vicinano le due estremità che si rivolgono dalla stessa parte.

I fisici dicono che i *poli* simili delle calamite si attirano, quelli contrari si respingono.

L'indovino. — Il giuoco rappresentato nella figura 133 è fondato sulla proprietà che posseggono i poli di nome contrario di respingersi. È fatto da un piccolo mago che gira facilmente attorno ad un pernio.

Una serie di domande è stampata sopra dei piccoli cartoncini che sono contenuti nella base della statuetta. Ogni cartone contiene una piccola calamita. Quando un cartone è posto nello zoccolo l'indovino si mette a girare: una calamita a ferro di cavallo che si trova nascosta entro la zimarra dell'indovino obbedisce all'azione dell'altra calamita.

Colla sua bacchetta magica l'indovino indica un numero del cerchio in mezzo a cui si trova. Questo numero corrisponde ad una lista di risposte che è unita al giuoco.

Capitolo III.

LA VISIONE E LE ILLUSIONI OTTICHE.

L'occhio è un istrumento d'ottica di una grande delicatezza, ed i fenomeni della visione fanno parte di quelli che possono essere considerati come i più complicati. In questo capitolo noi insisteremo specialmente sulle curiose illusioni che possono essere considerate come il complemento del capitolo or ora letto. L'osservazione di queste illusioni, come vedremo, non necessita in molti casi verun apparecchio. Citiamo di seguito alcuni esempi.

Noi non giudichiamo mai con esattezza le dimensioni delle fessure e dei piccoli fori che lasciano sfuggire una viva luce: essi ci sembrano sempre più larghi di quello che sono realmente. In una graticella a fili sottili ed i cui vuoti siano esattamente eguali ai pieni (graticelle in filo metallico

come si usano negli esperimenti d'interferenza, i vuoti appaiono sempre più larghi dei pieni formati dall'incrociamento dei fili, se si tiene la graticella davanti ad un fondo rischiarato. La fig. 134 rappresenta un quadrato bianco sopra un fondo nero ed un quadrato nero su fondo bianco. Benchè i due quadrati abbiano esattamente le stesse dimensioni, il bianco appare più grande del nero.

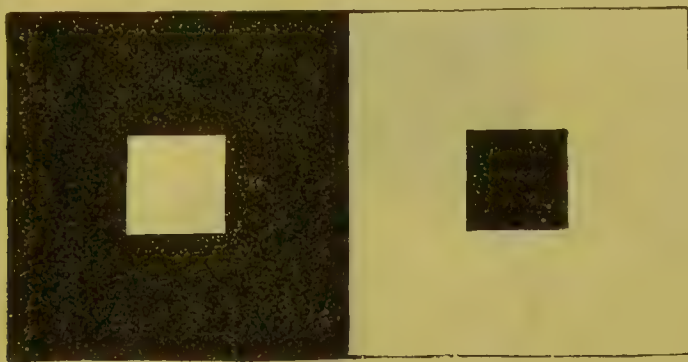



Fig. 134. Il quadrato bianco sembra più grande del nero.

Se si tiene un filo di metallo molto sottile fra l'occhio ed il disco solare o la luce di una lampada abbastanza potente, si cessa di vederlo; le due superficie rischiarate, situate da una parte e dall'altra del filo nel campo visuale, si allargano l'una e l'altra e si confondono. Pei disegni formati di quadrati bianchi e neri come quelli di una scacchiera (fig. 135), gli angoli dei quadrati bianchi si riuniscono per irradiazione e separano i quadrati neri.

Se si tiene lo spigolo di una riga fra l'occhio

e la luce di una lampada bene illuminata o di quella del sole, si vede, sull'orlo di questa riga, nella parte corrispondente alla luce, una incavatura evidentissima.

Quando un punto della retina viene impressionato da una luce assoggettata a variazioni periodiche e regolari, e che la durata del periodo è sufficientemente breve, ne risulta un' impressione continua,

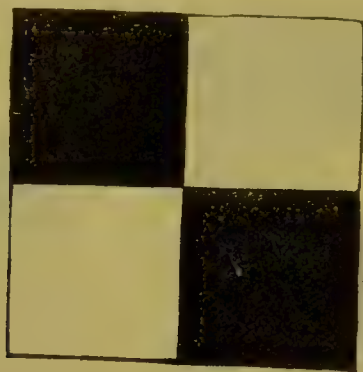



Fig. 135. Gli angoli dei quadretti bianchi sembrano congiungersi.

pari a quella che si manifesterebbe se la luce emessa durante ciascun periodo fosse distribuita egualmente in tutta la durata del periodo.

Per verificare l'esattezza di questa legge, basta preparare dei dischi come quello rappresentato nella fig. 136, i quali si pongono in rotazione per mezzo di una trottola che descriveremo più oltre. Il circolo interno è metà bianco e nero, il circolo medio è bianco sui due quarti, vale a dire ancora sulla metà della sua periferia; infine il circolo esterno

presenta quattro ottavi bianchi, il rimanente essendo nero. Se si fa girare un simile disco, esso appare uniformemente grigio sopra tutta la sua superficie.

Fig. 136. Disco che sembra uniformemente tinto in grigio in seguito alla sua rotazione.

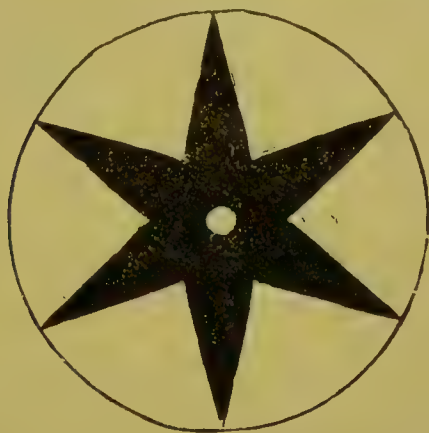



Fig. 137. Disco con una stella dipinta sopra un fondo d'un altro colore.

Solamente bisogna fare in modo che il disco giri abbastanza con rapidità per produrre un effetto completamente continuo, anche sul circolo interno. Si può pure distribuire il bianco sopra altri archi di lunghezza arbitraria; sempre che, in tutti i cir-

coli del disco, la somma degli angoli occupati dal bianco sia la stessa, essi danno sempre tutti il medesimo grigio. Invece del nero e del bianco, si possono pure prendere diversi colori e si ottiene lo stesso risultato sopra tutti i circoli, quando la somma degli angoli occupati da ogni colore nei diversi circoli è la medesima.

Se, sopra un disco, si dipinge una stella colorata che campeggi in un fondo di un altro colore (fig. 137), durante la rotazione rapida di questo disco il centro prende il colore della stella, ed all'ingiro quello del fondo, e le parti intermedie del disco presentano la serie continua delle tinte che risultano dai colori adoperati. Questi risultati concordano perfettamente colla teoria della mescolanza dei colori.

I dischi giranti, dei quali si fa un grande uso negli esperimenti di ottica fisiologica, sono stati adoperati la prima volta da Müsschenbroeck. Il più semplice è realizzato dalla trottola.

La disposizione più pratica, rappresentata dalla figura 138, consiste nell'uso di un manico analogo a quello della trottola di Germania.

Un' altra eccellente costruzione, che non deve essere adoperata che per rotazioni rapidissime, è quella della trottola cromatica di Brusold (fig. 139). Il disco, avente un peso di cinque libbre, è formato d'una lega di zinco e di piombo ed ha un decimetro di diametro. L'asse d'ottone termina in basso

con una punta ottusa d'acciaio non temperato; la parte cilindrica dell'asse è rugosa, per favorire l'aderenza della funicella. Allorchè si vuol mettere la trottola in moto dopo aver avvolto la funicella, s'impegna l'asse negli incavi di un apposito sostegno di ferro, si colloca un piatto al disotto e si

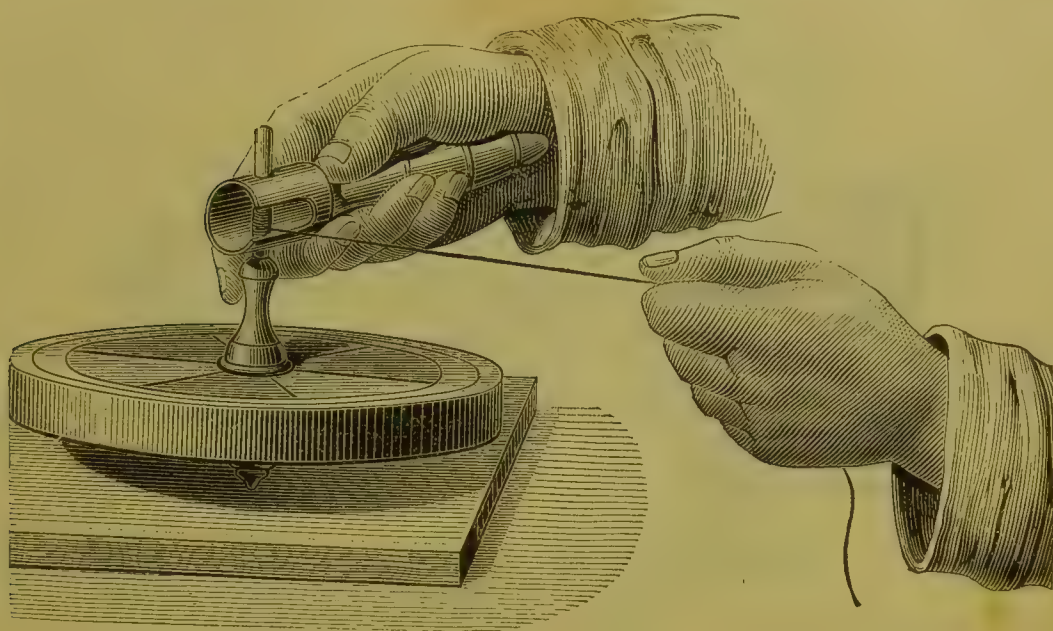



Fig. 138. Modo di mettere in rotazione la trottola che porta i dischi colorati.

tira fortemente il filo colla mano destra, nel mentre che la sinistra s'appoggia sulla leva. Allorchè la trottola è in moto, si libera il piatto con essa dai bracci della leva. Questa leva, mobile, attorno ad un asse, può essere sollevata, con questo mezzo: tirando fortemente la funicella, è possibile ottenere una velocità di sessanta giri per secondo ed il movimento si conserva per molto tempo.

Oltre alle trottole, si è fatto uso di diverse specie di dischi il cui asse gira fra due circoli, mossi o da un movimento di orologeria, o da una corda senza fine, o dallo svolgersi di una funicella precisamente come si pratica colla trottola. In generale, questi apparecchi presentano l'inconveniente di non permettere il cambio dei dischi senza fermare e

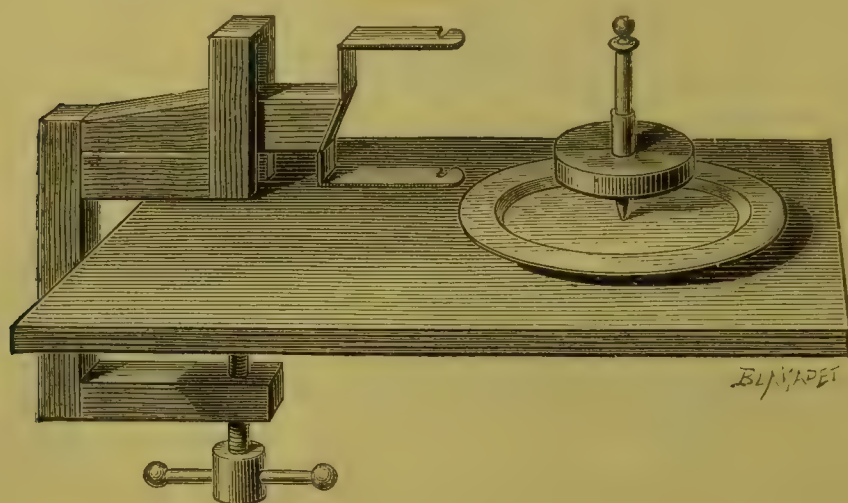



Fig. 139. Trottola cromatica di Brusold.

senza smontare in parte l'istrumento. In compenso però si ha il vantaggio di poterli far girare in un piano verticale, in modo da ripetere comodamente gli esperimenti in presenza di un numeroso uditorio; il che è difficile ottenere colle trottole. Montigny ottenne la mescolanza dei colori per mezzo d'un prisma girevole, di cui faceva muovere lo spettro sopra una superficie bianca.

I dischi straboscopici sono dischi di cartone avente

da 6 a 10 pollici di diametro (fig. 140), sui quali è disposto in circolo un certo numero (8 a 12) di figure ad eguale distanza le une dalle altre, che presentano le fasi successive di un moto periodico qualunque. Si colloca il disco sopra un altro cir-

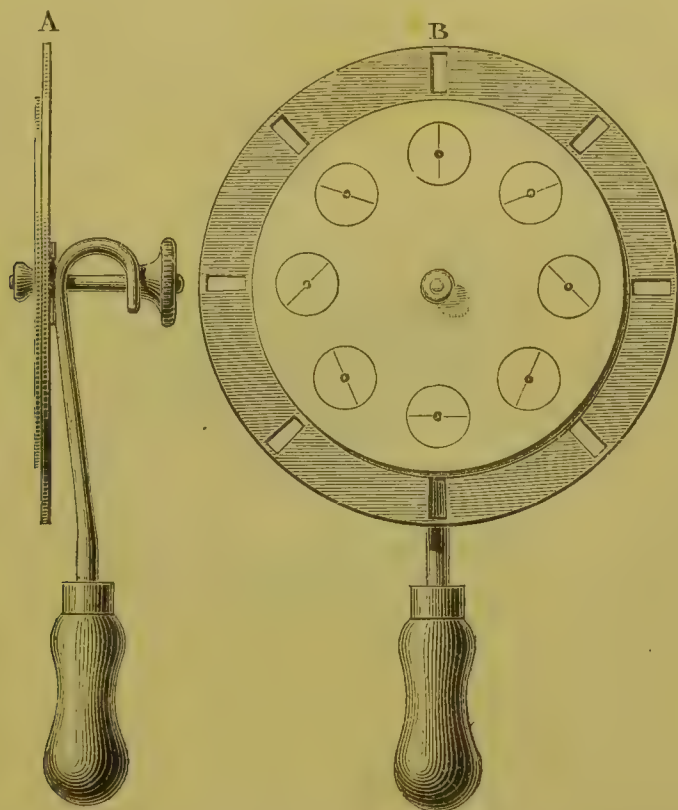



Fig. 140. Disco straboscopico.

colo opaco di un diametro alquanto più grande, che presenti all' ingiro e sull' orlo altrettante aperture quante ne porta il disco munito di figure. Si applicano le due superficie l' una contro l' altra, e si fissano pel loro centro mercè una vite all' estremità anteriore di un piccolo asse di ferro, di cui l' altra

estremità è portata da un manico. Per servirsi dell'apparecchio, l'operatore si colloca davanti ad uno specchio verso il quale si volge il disco portante le figure, e si pone l'occhio in modo da vedere l'immagine delle figure attraverso uno dei fori del disco grande.

Dal momento che si fa girare l'apparecchio le figure che si vedono nello specchio sembrano eseguire sul posto i movimenti di cui rappresentano le diverse posizioni. Chiamiamo colle cifre 1, 2, 3.... le aperture attraverso le quali l'occhio guarda successivamente, ed indichiamo colle stesse cifre le figure che si trovano sui raggi così numerati. L'osservatore, guardando nello specchio dall'apertura 1, vede prima la figura 1 sul raggio che, nello specchio, sembra passare pel suo occhio; dall'istante in cui la rotazione del disco sposta l'apertura 1, il cartone non gli lascia veder nulla fino al momento in cui l'apertura 2 si presenta al suo occhio; allora la figura 2 si trova al posto ove era la figura 1, poi tutto sparisce nuovamente, fino a tanto che l'apertura 3 viene a presentarsi e che questa figura 3 appaia nel luogo ove si trovavano precedentemente le figure 1 e 2. Se queste figure fossero eguali fra loro, l'osservatore avrebbe per risultato una serie d'immagini visuali separate, ma eguali, che, con una rotazione abbastanza rapida, si confonderebbero in un'immagine persistente, come la darebbe un og-

getto immobile. Se, al contrario, le figure diversificano alquanto fra loro, le sensazioni luminose si confonderanno pure in un solo oggetto, ma che sembrerà modificarsi continuamente in rapporto alla diversità delle immagini successive.

Si ottiene una nuova serie di fenomeni quando le velocità sono diverse. In questo ordine di idee,

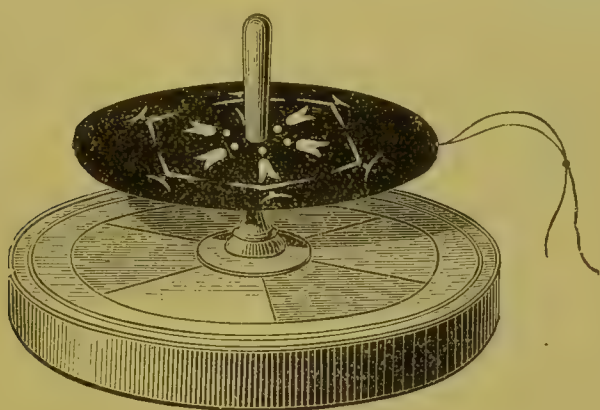



Fig. 141. Trottola di J. B. Dancer.

uno degli apparecchi più semplici è la trottola di J. B. Dancer, di Manchester (fig. 141).

Si vede che l'asse porta un secondo disco munito di aperture di diversa forma e all'estremità del quale trovasi attaccato un filo. Questo secondo disco è trascinato dall'attrito dell'asse, ma la sua rotazione è meno rapida a causa della grande resistenza che oppone l'aria al filo che partecipa al movimento. Se il disco inferiore porta parecchi settori diversamente colorati, si vedono moltiplicarsi le aperture

del disco superiore e si produce, coi differenti colori del disco inferiore, una figura screziata che sembra muoversi ora per salti, ora con moto continuo.

Continueremo le nostre osservazioni parlando d'illusioni le quali vengono denominate *giudizi oculari*.

Così una dimensione divisa sembra più grande di quella non divisa; infatti la percezione diretta delle parti ci fa conoscere il numero e la grandezza delle suddivisioni di cui la quantità è suscettibile, meglio che quando queste parti non sono chiaramente limitate.

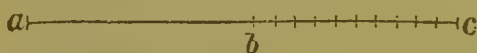



Fig. 142. *ab* sembra eguale a *bc*.

È così che nella fig. 142 si giudica la lunghezza *ab* come uguale a *bc;* benchè *ab* sia, in realtà, più grande di *bc*. Nell'esperimento che consiste nel dividere una linea in due parti uguali, l'occhio destro tende ad aumentare la metà destra, e l'occhio sinistro tende a fare troppo grande la metà sinistra. Per giungere ad una stima giusta si gira il foglio e si prende la media delle due determinazioni.

Le illusioni di questo genere diventano più meravigliose allorquando le distanze da comparare hanno diverse direzioni.

Se si guarda A e B (fig. 143), i quali sono qua-

drati perfetti, A pare più alto che largo, mentre che B pare, al contrario, più largo.

Ciò avviene anche per gli angoli: si guardi la figura 144, gli angoli 1, 2, 3, 4, sono retti e do-

Fig. 143. A e B sono quadrati perfetti.

vrebbero sembrar tali quando si esaminano coi due occhi. Ma 1 e 2 sembrano acuti, 3 e 4 ottusi. L'il-

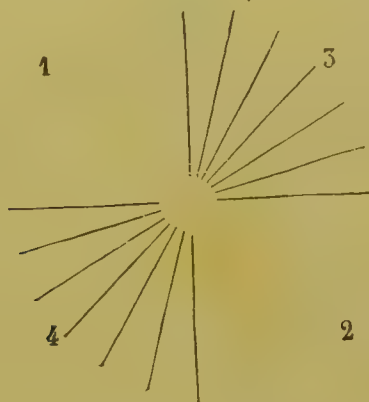



Fig. 144. Gli angoli 1, 2, 3 e 4 sono eguali.

lusione aumenta ancora quando si guarda la figura coll'occhio destro.

Se si volge la figura in modo che 2 e 3 siano rivolti in basso, 1 e 2 appaiono, al contrario ed in modo esagerato, acuti per l'occhio sinistro; e sono

nelle loro vere dimensioni per l'occhio destro. Gli angoli divisi sono sempre stimati relativamente maggiori di quelli senza divisioni.

La medesima illusione si manifesta in una quantità d'esempi conosciuti nella vita giornaliera.

Una camera vuota sembra più piccola di una camera ammobigliata; un muro coperto da una tinta pare più grande di un muro nudo.

Una veste rigata di traverso fa comparire una donna relativamente più grande.

Un divertimento da società molto conosciuto consiste nel presentare un cappello a qualcuno, invitandolo a segnarne l'altezza sul muro, partendo dal suolo. In generale si indica un'altezza una volta e mezza più grande.

Citiamo un fatto osservato da Bravais: " Allorchè si è in mare, dice egli, o a qualche distanza da una costa che presenti grandi ineguaglianze di terreno, e che si disegni questa costa tale e quale si presenta all'occhio, in seguito a verificazione fatta, si trova che le dimensioni orizzontali essendo state copiate correttamente ad una certa scala, le distanze angolari verticali sono state uniformemente rappresentate con una scala due volte maggiore.

" Questa illusione, alla quale non si sfugge nelle stime di questo genere, non è individuale come si potrebbe credere; la sua generalità è dimostrata da numerose osservazioni. „

Nello stesso ordine di fatti, Helmholtz indica diverse illusioni ottiche fatte conoscere in questi ultimi tempi.

Si esamini la figura 145, il prolungamento della linea *a* non sembra *d*, conforme alla realtà, ma *f*, che è alquanto più basso. Questa illusione riesce ancora più meravigliosa quando si disegna la figura

Fig. 145. *d* è il prolungamento della linea *a*.

su una scala più piccola (fig. 146), come in B, ove le due linee sottili sono sul prolungamento l'una dell'altra, ma non sembrano esservi, e in C, ove esse appaiono, ma non vi sono in realtà. Se si disegnano delle figure come A (fig. 145), lasciando da parte la porzione *d*, e che si guardi ad una distanza sempre maggiore, in modo che esse presentino una grandezza apparente sempre più piccola, si trova che più la figura viene allontanata, più è

necessario abbassare la porzione *f* perchè essa sembri il prolungamento di *a*.

Nella figura 147, A e B presentano degli esempi

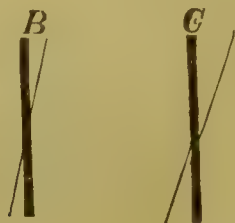



Fig. 146. Le linee sottili sono il prolungamento l'una dell'altra in *B*.

indicati da Hering: le linee rette *ab* e *cd* sono parallele, tuttavia esse sembrano deviare all'infuori in A e al di dentro in B.

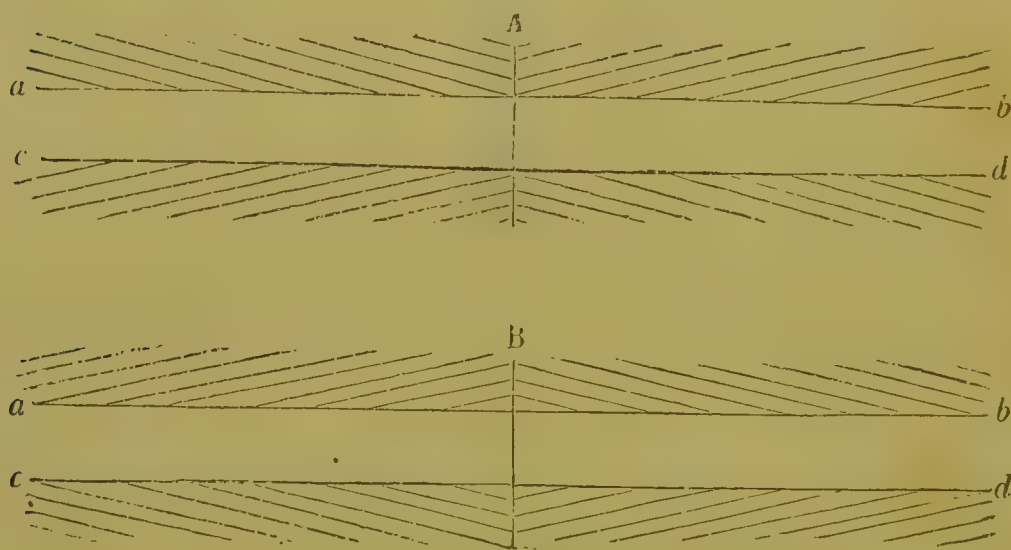



Fig. 147. Le linee orizzontali *ab, cd,* sono rigorosamente parallele; esse sembrano deviare sotto l'influenza delle linee oblique.

Ma l'esempio più meraviglioso è quello rappresentato dalla figura 148; esso è stato pubblicato da Zollner.

Le strisce nere verticali di questa figura sono fra

esse parallele, ma appaiono convergenti e divergenti, in modo che sembrano sempre allontanarsi dalla direzione verticale, seguendo una direzione inversa a quella delle oblique che le tagliano. Nel medesimo tempo le metà dei tratti obliqui sono rispettivamente spostate, come pure le metà delle linee

Fig. 148. Le striscie verticali sono parallele; esse sembrano convergenti o divergenti sotto l'influenza delle linee oblique.

sottili della figura 146. Se si dispone la figura in modo che le grosse linee verticali presentino un'inclinazione di 45° rapporto all'orizzonte, la convergenza apparente diventa più marcata, mentre che si presenta meno marcata la deviazione apparente della metà dei piccoli tratti, che sono allora orizzontali e verticali. In conclusione, la direzione delle

linee verticali ed orizzontali è meno modificata di quella delle linee che attraversano obliquamente il campo visuale.

I Romani conoscevano benissimo l'influenza delle linee oblique. Si trovano a Pompei, nelle pitture dei muri, delle linee che non sono parallele allo scopo di soddisfare l'occhio influenzato dalle linee vicine. Gli incisori egualmente studiarono l'influenza dei tratti incrociati sul parallelismo delle linee rette, e sovente tengono conto degli effetti ch' esse devono produrre sull' incisione.

In qualche decorazione ornamentale, ove non si è tenuto calcolo di questo effetto fisiologico, accade talvolta che delle linee parallele non sembrano più tali in seguito all' influenza di altre linee oblique, e producono allora un effetto molto spiacevole. Si potrà osservare un simile effetto alla stazione di Lione a Parigi, nel soppalco della gran sala lavorata in legno in stile ungherese; le grandi linee parallele di questo disegno sembrano deviare sotto l'azione prodotta da una serie di linee oblique formate da tante assicelle.

L' altezza di un cappello a staio. — Un giuoco abbastanza conosciuto è quello di presentarsi ad alcuni amici col cappello a cilindro in testa, domandando ad uno di essi di indicarne l'altezza dal pavimento. Di regola la persona invitata a dare questa risposta indica colla mano un'altezza della

metà superiore almeno, se non è preavvisato di quest'illusione. Facendo rappresentare nel disegno quest'esperienza, noi fummo meravigliati di vedere che anche il disegno dava la medesima illusione.

Fig. 149. L'altezza di un cappello a staio.

Il zoccolo che è rappresentato al basso della figura è alto come il cappello, ma non lo si crederebbe ad aperta di libro. Se provate a misurarli col compasso vedrete che sono di uguale altezza (fig. 149).

I tre grandi uomini. — Quale è il più grande dei tre che sono rappresentati nella figura 150?

Se voi credete solamente ai vostri occhi, voi risponderete certamente: è il N. 3. Or bene, se voi misurate con un decimetro vi potrete convincere che avete errato per effetto di un' illusione ottica. Il N. 1 è il più alto, avendo due millimetri di più di altezza del N. 3 che si trova in testa alla fila.

Il Viallard, professore di fisica a Dieppe, che ci comunicò questa curiosità, ne diede pure la spiegazione. Posti in mezzo a delle linee fuggenti ben calcolate le tre figure nere non si trovano in prospettiva. Il nostro occhio, abituato a vedere gli oggetti farsi più piccoli quanto più sono lontani e credendo che il N. 3 sia più lontano lo giudica più alto delle due figure che si trovano sotto.

Vi è qui adunque uno sbaglio apposito del disegno che fa sbagliare l'osservatore e produce un effetto contrario di quello che sarebbe prodotto da un disegno corretto.

Anche l'origine di questo disegno è strana come il disegno stesso. Infatti non è stato fatto in un gabinetto di fisica, ma serve invece di *réclame* ad un fabbricante di sapone inglese che fa stampare il suo nome in prospettiva fuggente in mezzo alle linee e che diffonde la sua incisione in un grande numero di giornali dell'Inghilterra e degli Stati Uniti.

Il negoziante di sapone completa questa curiosa

Fig. 150. Illusione ottica. — Quale è il più grande dei tre?

réclame dando un nome ai tre personaggi. Il N. 1 è lord Curchill, il N. 2 lord Salisbury ed il N. 3 lord Gladstone.

Così, per effetto d'illusione ottica quello che pare il più basso può essere invece in realtà il più elevato.

Gli anelli magici. — Sappiamo che le linee pa-

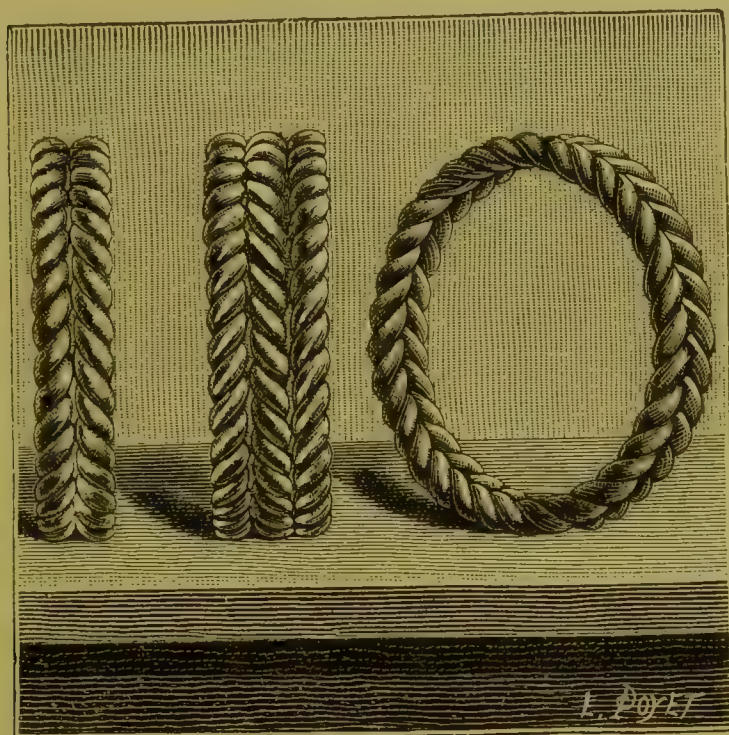



Fig. 151. Anelli magici disegnati secondo una fotografia al doppio dal vero.

rallele possono talora sembrare all'occhio inclinate per effetto di linee vicine. Anche gli oggetti in rilievo possono produrre delle sensazioni simili.

Gli anelli che sono rappresentati nella figura 151 secondo una fotografia che li ingrandisce al doppio danno origine ad una simile strana illusione. Questi

anelli sono formati di treccie metalliche alternate a fili d'oro e d'argento. Il metallo è perfettamente pulito, con un riflesso brillantissimo. Gli anelli hanno dappertutto lo stesso diametro e sono perfettamente paralleli. Ma se si guardano questi anelli di fianco le treccie metalliche sembrano stringersi verso il basso ed allargarsi verso l'alto. Quando si fa girare l'anello attorno al dito l'apparenza del restringimento si produce sempre nel medesimo punto.

L'anello rappresentato alla sinistra ci dà un'idea di questo fenomeno; ma nell'oggetto reale questa illusione è molto più evidente. Nell'anello fatto di tre treccie, che è disegnato nel mezzo della incisione, la treccia di mezzo sembra molto ristretta, ma nell'incisione quest'illusione si può appena apprezzare. L'anello figurato alla destra ha per iscopo di rappresentare come sia fatto l'anello.

Non è facile di dare la spiegazione di queste illusioni. Il fenomeno è specialmente dovuto alla riflessione della luce sulle maglie arrotondite dalla treccia metallica. Il punto brillante della luce riflessa si produce sui margini esterni dell'anello, nella sua parte superiore e verso la metà alla parte inferiore.

È probabile che altri oggetti potrebbero facilitare lo studio di questo genere d'illusioni. Delle treccie di seta avvolte attorno ad un cerchio in movimento produrrebbero certamente lo stesso fenomeno.

Bisognerebbe cercare di ben scegliere i colori;

e si troverebbe probabilmente che un dato colore, posto accanto ad un altro, produrrebbe degli effetti meglio rimarchevoli. In questa via vi sarebbe qualche ricerca sperimentale da fare per gli amici della scienza.

Passeremo ora in rivista un'altra serie di esperimenti o d'apparati basati sulla illusione della vista e la persistenza delle immagini sulla retina. Il taumatropio è uno dei più antichi giocattoli basati sopra quest'ultimo principio. Esso consiste in un

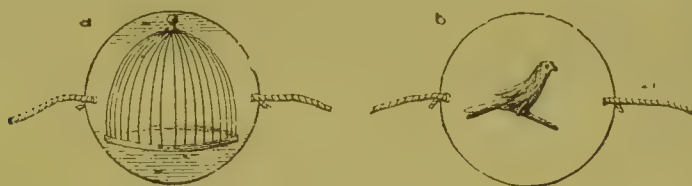



Fig. 152. Disco del Taumatropio visto sulle due facce.

disco di cartone, il quale si mette in rotazione attorno ad un asse formato da due cordoncini. Da un lato del disco si è rappresentata una gabbia *a*, sull'altro un uccello *b* (fig. 152). Quando si imprime un moto di rotazione al sistema, i due disegni sono scorti nel medesimo tempo e non si vede che un' immagine sola, cioè un uccello in una gabbia. Inutile aggiungere che i disegni possono essere variati all' infinito.

È nota l'illusione prodotta dal disco girevole di Plateau. Questo apparecchio è conosciuto sotto il

nome di *fenachisticopio.* Attraverso ad una serie di fessure piuttosto strette, vengono successivamente osservati dei disegni i quali rappresentano le diverse posizioni di un'azione qualunque. La persistenza delle immagini luminose sulla retina dà ori-

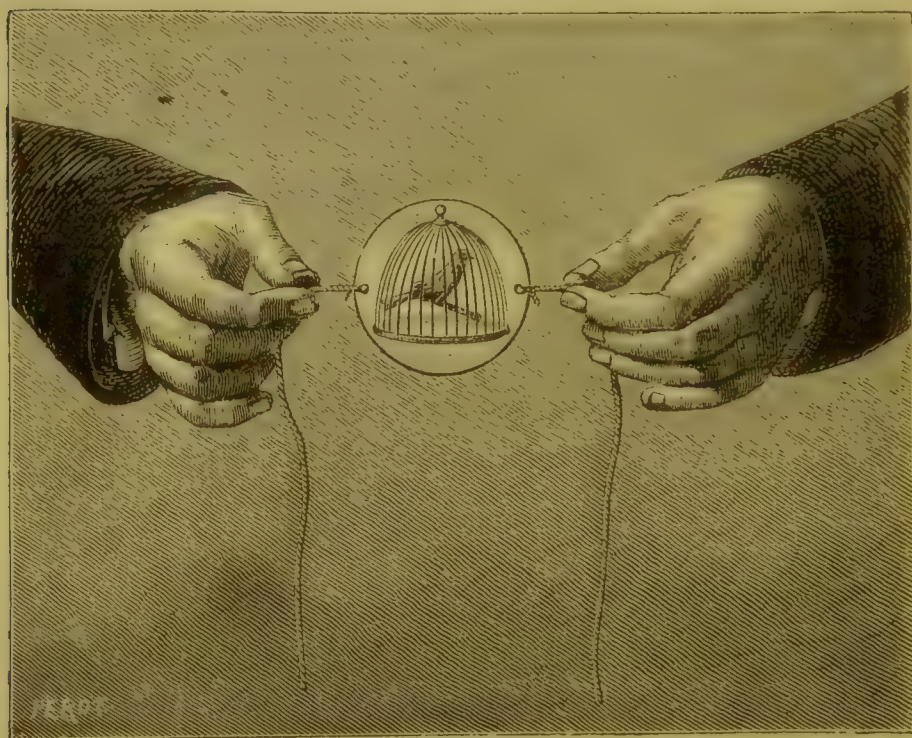



Fig. 153. Aspetto del Taumatropio in rotazione.

gine alla sensazione di un'immagine continua, la quale sembra animata dagli stessi movimenti di cui le diverse fasi sono state fedelmente rappresentate (fig. 154).

Il *Zootropio* (fig. 155) non è altro che un perfezionamento di questo apparecchio; esso si compone di un cilindro di cartone che gira attorno ad un

asse centrale; il cilindro è forato da una serie di fessure verticali equidistanti, attraverso le quali si possono vedere i disegni che si succedono sopra una striscia di carta adattata nell'interno dell'apparato in rotazione. Questi disegni sono eseguiti

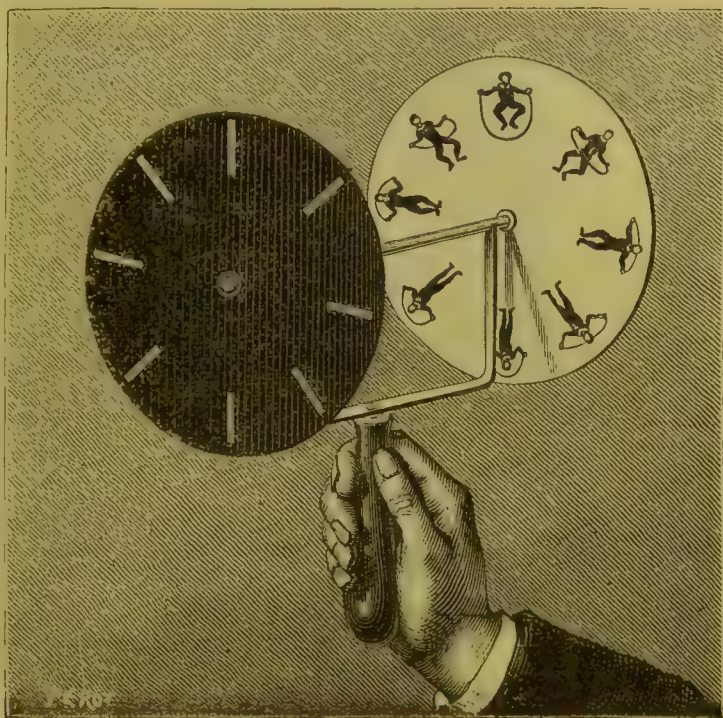



Fig. 154. Fenachisticopio di Plateau.

in modo da rappresentare le diverse fasi di un movimento compreso fra i due suoi limiti estremi; in seguito alla persistenza delle immagini sulla retina, le fasi successive si confondono e l'osservatore crede vedere, senza transizioni, eseguiti i movimenti completamente. Rappresentiamo pertanto (fig. 156) alcuni saggi ridotti di dimensioni destinati

al zootropio. Si vede successivamente una scimmia che salta un riparo, un pulcinella che balla, un carabiniere che insegue un ladro, un individuo *che tira il diavolo per la coda,* un ladro che esce da un forziere e che vi rientra successivamente sotto l'azione degli sforzi di un carabiniere, un cacciatore

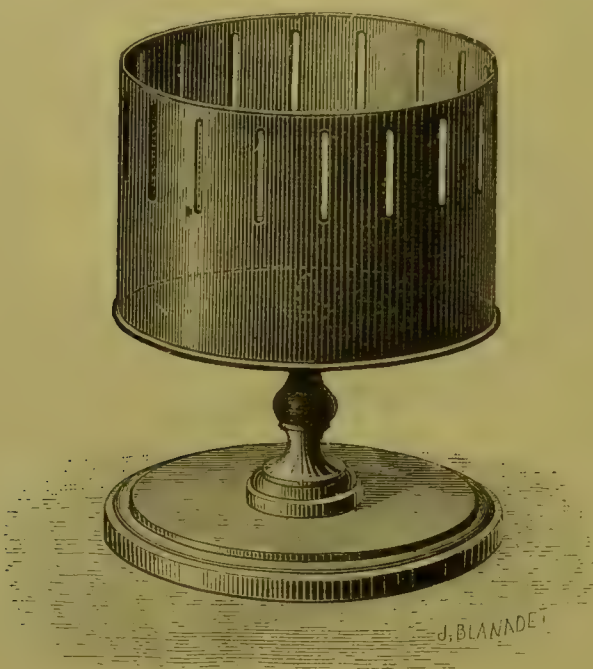



Fig. 155. Zootropio.

che uccide un uccello. I limiti estremi del movimento delle figure sono dati dalle figure di destra e di sinistra; le figure intermedie formano le transizioni; esse sono generalmente eguali al numero delle fessure nel zootropio. Non è cosa molto difficile il costruire da sè stessi uno strumento simile; si potrebbero fare dei disegni meno futili di quelli

Fig. 156. Saggi di figure pel zootropio.

che sono qui riprodotti da un modello che trovasi in commercio; si potrebbe per esempio rappresentare il globo terrestre che giri nello spazio, od uno stantuffo animato dal suo moto di va e vieni. Il zootropio, così compreso, diventerebbe un vero apparecchio di studio.

Questo strumento è certamente uno dei più curiosi meccanismi d'ottica ed eccita sempre un certo interesse. Gli ingegnosi apparecchi che, durante molto tempo, hanno permesso di produrre le illusioni alle quali essi danno origine, consistono tutti nell'uso di fessure strette le quali, oltre al ridurre la luce in modo considerevole, e, per conseguenza, l'aspetto e la chiarezza del disegno, obbligano ad imprimere al sistema una grande velocità di rotazione, la quale esagera oltre misura la rapidità dei movimenti rappresentati, senza i quali le intermittenze della visione non potrebbero confondersi in una sensazione continua.

Il mulo allegro. — Conosciamo come la sensazione che ci procurano gli occhi duri un certo tempo. Per questa permanenza della sensazione nell'occhio avviene che facendo girare un carbone acceso con sufficiente rapidità invece di vedere un punto luminoso che si muove si vede un nastro di fuoco continuo. Infatti si continua a vedere il punto luminoso in tutti i punti per cui passa il carbone nel suo movimento.

Per la stessa ragione non si vedono i raggi di una ruota che gira velocemente, nè il proiettile di un'arma. Questo avviene perchè il raggio della ruota ed il proiettile passano rapidissimamente in-

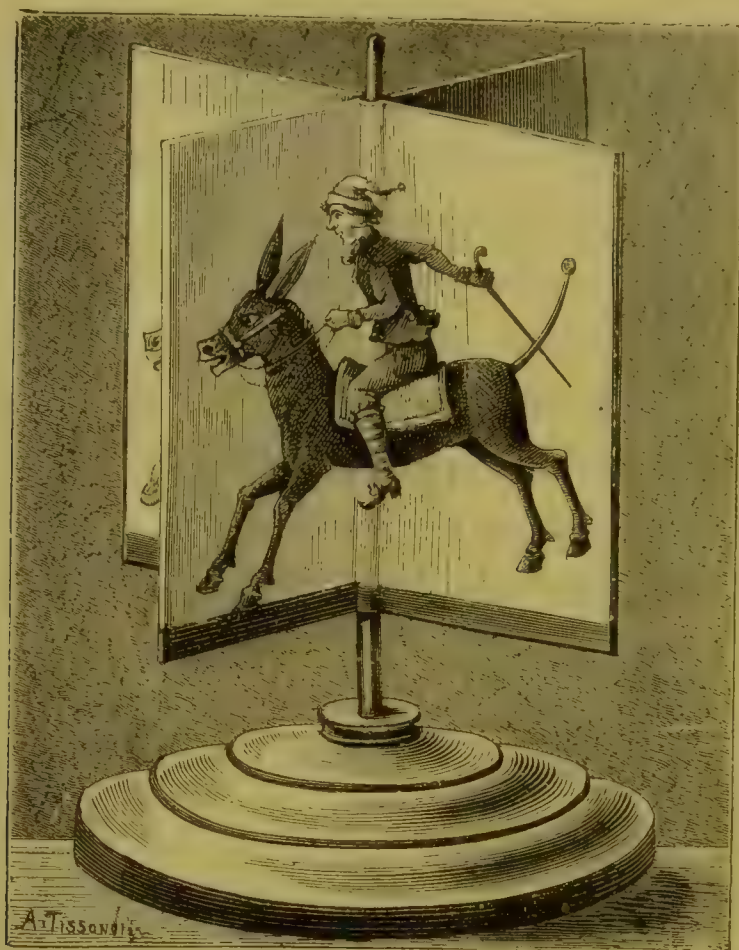



Fig. 157. Il mulo allegro

nanzi agli occhi, ed essendo oscuri si continua a vedere, durante il breve intervallo del passaggio loro, gli oggetti luminosi che stanno loro dietro.

Su questo principio fisiologico [1] sono fondati mille

[1] La fisiologia si occupa dei fenomeni che avvengono negli esseri vivi.

trastulli, di cui vogliamo qui descrivere solamente una semplificazione del zootropio che permette a tutte le borse di osservare questo fenomeno, ottenendone un'illusione di un corpo che si muova.

Sotto il nome di *mulo allegro* si vende per pochi soldi il piccolo apparecchio che è rappresentato nella figura 157.

È fatto di quattro piani di cartone disposti ad angolo retto attorno ad un tubo verticale. Questo tubo si può introdurre attorno ad un'asta verticale munita di un sostegno, attorno a cui si può fare facilmente girare sia colle dita, sia col mezzo di un filo avvolto. Ognuno dei quattro angoli ha un disegno zootropico, che rappresenta quattro diverse posizioni del mulo e del cavaliere. Facendo girare il sistema si vede il mulo menar calci ed il cavaliere agitarsi sopra la sua indocile cavalcatura.

Noi presentiamo qui un apparecchio basato sopra una disposizione ottica affatto diversa.

Nel *prassinoscopio* (nome dato dall' inventore Reynaud a questo nuovo apparato) la sostituzione di un disegno al disegno successivo si fa senza interruzione nella visione, senza soluzione di continuità, e, per conseguenza, senza una sensibile riduzione di luce: in una parola, l'occhio vede *continuamente* un'immagine che nondimeno cambia incessantemente.

Ecco in qual modo si ottiene questo risultato:

dopo aver cercato senza alcun successo, con mezzi meccanici, di sostituire l'uno all'altro i successivi disegni, senza interrompere la continuità della visione, l'inventore ebbe l'idea di produrre questa sostituzione, non più sugli stessi disegni, ma sulla loro immagine virtuale. Allora egli continuò la di-

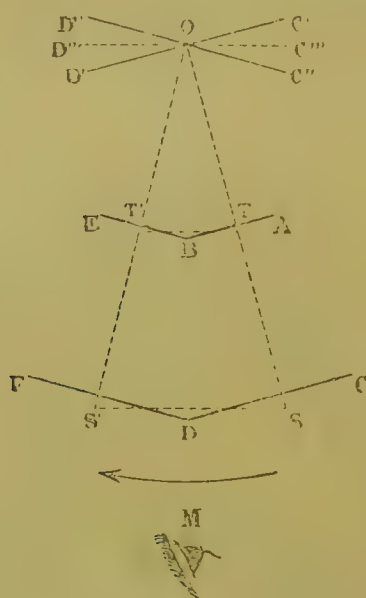



Fig. 158. Figura per spiegare il prassinoscopio.

sposizione di cui diamo in sunto la teoria. Sia uno specchio piano A B (fig. 158) collocato ad una certa distanza da un disegno C D. L'immagine virtuale sarà vista in C′ D′.

Attorno al punto O, punto medio fra C′ D′ come centro, facciamo girare lo specchio ed il disegno con un movimento eguale. Siano B E e D F le loro nuove posizioni; l'immagine sarà in C″ D″. *Il suo asse* O *non si sarà spostato.*

Nella posizione A B e C D primitivamente occupata dallo specchio e dal disegno, collochiamo un altro specchio ed un altro disegno. Immaginiamo l'occhio collocato in M. Una metà del primo disegno sarà vista in O D'. Se continuiamo la rotazione del sistema, noi avremo subito lo specchio n. 2 in TT ed il disegno n. 2 in SS. In quel momento l'immagine del disegno n. 2 sarà vista interamente in C''' D'''. Subito dopo lo specchio n. 2 ed il suo disegno saranno in B E e D F; immaginiamo allora un altro specchio col suo disegno corrispondente in A B e C D, si riprodurrà allora la stessa successione del fenomeno.

Risulta da quanto si è detto precedentemente che una serie di disegni disposti sul perimetro di un poligono regolare che girino attorno allo stesso centro di questo poligono, saranno visti successivamente a questo centro, se si sono collocati degli specchi piani sopra un poligono concentrico, di cui l'apotema sia minore di una metà, e mosso dallo stesso movimento.

Nella sua forma pratica l'apparecchio di Reynaud consiste in una scatola poligonale o semplicemente circolare (fig. 159), poichè il poligono dei disegni può essere sostituito da un cerchio (senza che il principio nè l'effetto soffrano variazioni), al centro della quale è collocato un prisma di un diametro esattamente minore della metà, di cui i lati sono

muniti di specchi piani (specchi stagnati ordinari). Una striscia di cartone, la quale porta una serie di disegni di uno stesso soggetto nelle diverse fasi di un'azione qualunque, è collocata nell'interno

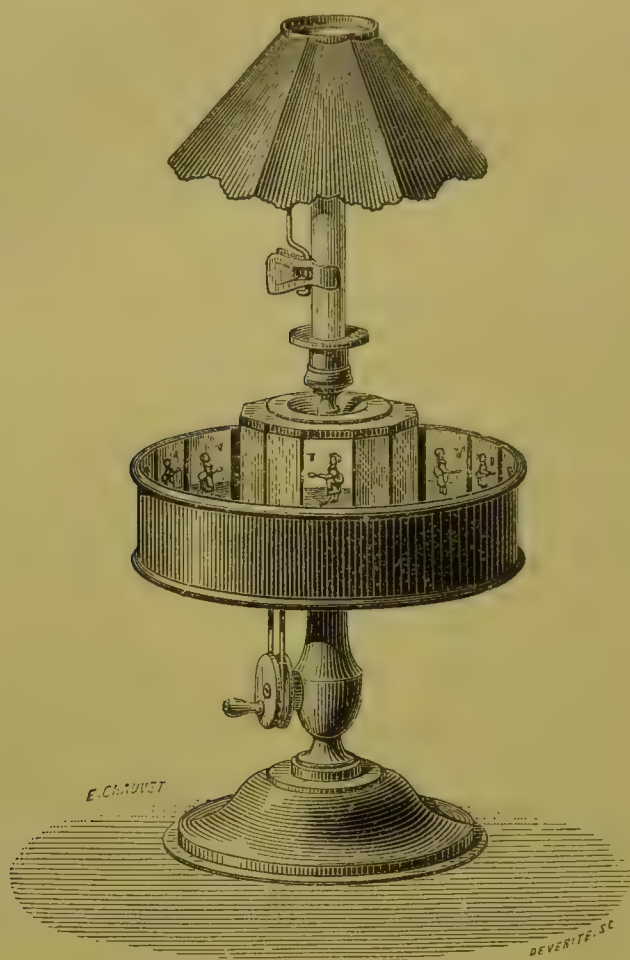



Fig. 159. *Prassinoscopio* di Reynaud.

della fascia circolare della scatola ed in modo che ogni posa corrisponda ad una faccia del prisma di vetro. Una rotazione moderatamente impressa all'apparecchio, montato sopra un perno centrale, basta per produrre la sostituzione delle immagini

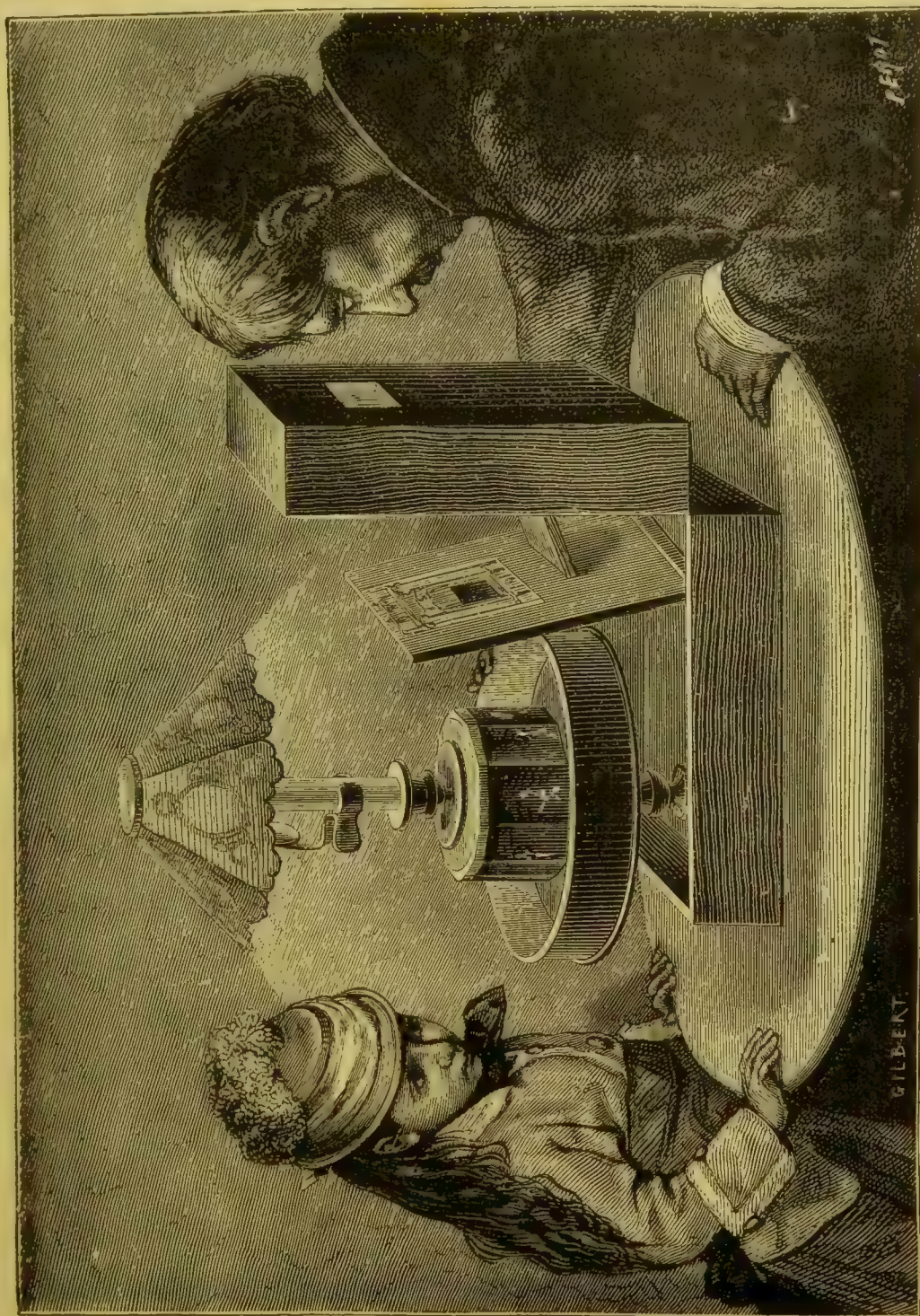



Fig. 160. Il nuovo *Prassinoscopio-teatro* di Reynaud.

e l'illusione animata si produce al centro del prisma di vetro con un brio, una precisione ed una dolcezza di movimenti degna veramente di ammirazione. Così costrutto, il *prassinoscopio* forma per lo meno un giochetto d'ottica grazioso e ricreativo.

La sera, una candela collocata sopra un sostegno apposito al centro dell'apparecchio, basta per rischiarare vivamente il tutto, e permette ad un buon numero di persone riunite in circolo attorno all'istrumento, d'essere nello stesso tempo, e senza il menomo incomodo, testimoni degli effetti ch'egli produce.

Oltre al diletto che offrono le scene animate del *prassinoscopio,* questo apparecchio potrà, senza alcun dubbio, ricevere delle applicazioni utili negli studi d'ottica. Esso permetterà di sostituire un oggetto, un disegno, un colore, con una rapidità incalcolabile, nelle ricerche sulle immagini secondarie, subbiettive, ecc., sul contrasto dei colori, sulla persistenza delle impressioni, ecc. Esso permetterà di fare ciò che si potrebbe chiamare la *sintesi dei movimenti,* collocando davanti al prisma una serie di diagrammi ottenuti dal vero, colla fotografia per esempio.

Il signor Reynaud ha già combinato un apparecchio che proietta, nelle più grandi dimensioni, l'immagine animata del *prassinoscopio,* e che si

presta perciò alla dimostrazione de' suoi curiosi effetti, in presenza di un numeroso uditorio.

L'ingegnoso inventore introdusse recentemente un perfezionamento curiosissimo in questo primo apparato; nel *prassinoscopio-teatro* egli è riuscito a produrre dei veri quadri colle relative decorazioni, sopra una piccola scena lillipuziana, nel mezzo della quale il soggetto animato si stacca con un rilievo marcatissimo.

Per giungere a questo risultato, Reynaud comincia a prendere il profilo completamente nero sopra una carta bianca, all'ombra di una sorgente luminosa qualunque, di ognuna delle diverse pose di cui l'insieme deve formare un oggetto che diverrà animato in seguito alla rotazione impressa al *prassinoscopio.*

Poscia, per ottenere le decorazioni, proietta sul fondo nero così prodotto l'immagine di un disegno a colori, opportunamente adattato, per mezzo di un vetro trasparente. Tutti conoscono la proprietà di un vetro, di dare cioè per riflessione l'immagine degli oggetti situati al di qua e di lasciar vedere, nel medesimo tempo, gli oggetti collocati al di là. Si ricorderanno pure le applicazioni che questo effetto ottico ha ricevuto nei teatri e nei corsi di fisica, sotto il nome di *spettri impalpabili,* di cui parleremo più avanti.

È pure per riflessione, sopra un vetro sottilis-

simo trasparente che Reynaud ottiene l'immagine degli ornati nel *prassinoscopio-teatro.*

In realtà, la decorazione è collocata nel coperchio, che, mantenuto verticale da un uncino, forma la parete anteriore dell'apparecchio (fig. 160).

In questa parete è pure praticata un'apertura rettangolare, per la quale lo spettatore (guardando nello stesso tempo con ambo gli occhi) vede contemporaneamente tanto l'immagine animata del *prassinoscopio,* quanto l'immagine immobile degli ornati che si riflettono sul vetro privo di stagno.

L'inclinazione di quest'ultimo e la sua distanza dalla decorazione sono tali che quest'immagine è portata di dietro al soggetto animato, il quale, per conseguenza, appare con un rilievo *reale* sulla decorazione. La visione, effettuandosi coi due occhi, rende questo rilievo molto sensibile.

Si comprende che, per cambiare il genere della decorazione, basta collocare successivamente in appositi incastri, e sopra una tavoletta apposita le cromolitografie che rappresentano paesaggi, monumenti, l'interno di un circo, ecc. È cosa facile scegliere in tal modo una riquadratura che convenga ad ognuno dei differenti soggenti animati collocati nel *prassinoscopio.*

Per questa felice e nuovissima combinazione ottica, il meccanismo dell'apparato rimane invisibile agli occhi per non lasciare vedere che l'effetto solo

prodotto dai personaggi animati, che eseguiscono i loro movimenti, trastullandosi nel mezzo di una scena che può essere cambiata a volontà.

Il *prassinoscopio-teatro* funziona bene tanto la sera quanto il giorno. Il giorno, basta collocare l'apparecchio davanti ad una finestra bene rischiarata; la sera, si otterranno gli stessi effetti, con più vivacità ancora, collocando semplicemente nella bugia del *prassinoscopio* una candela munita di un piccolo riflettore argentato e di un paraluce.

L'illusione prodotta da questo giuoco scientifico è completa e curiosissima; non si saprebbe troppo felicitare Reynaud di avere saputo così bene applicare le sue cognizioni di fisica alla costruzione di un istrumento che è nel medesimo tempo un apparecchio d'ottica ed un oggetto piacevole di divertimento.

Fra gli altri giuochi basati sulla persistenza delle immagini nella retina, noi citeremo la *trottola abbagliante.* Questo piccolo apparecchio è così interessante che dovrebbe, a nostro avviso, figurare in tutti i gabinetti di fisica; esso è un ingegnoso perfezionamento della trottola a dischi colorati di Helmholtz. Il sistema componesi di una trottola metallica abbastanza robusta, la quale vien messa in rotazione per mezzo di una funicella avvolta nella gola praticata attorno alla parte superiore del suo asse. Questo asse è vuoto e permette di rice-

vere un cilindretto di metallo adattato ad un' impugnatura che si tiene in mano. Si pone la trottola in un piatto di porcellana, si colloca in posizione verticale, per mezzo del perno attorno al quale essa

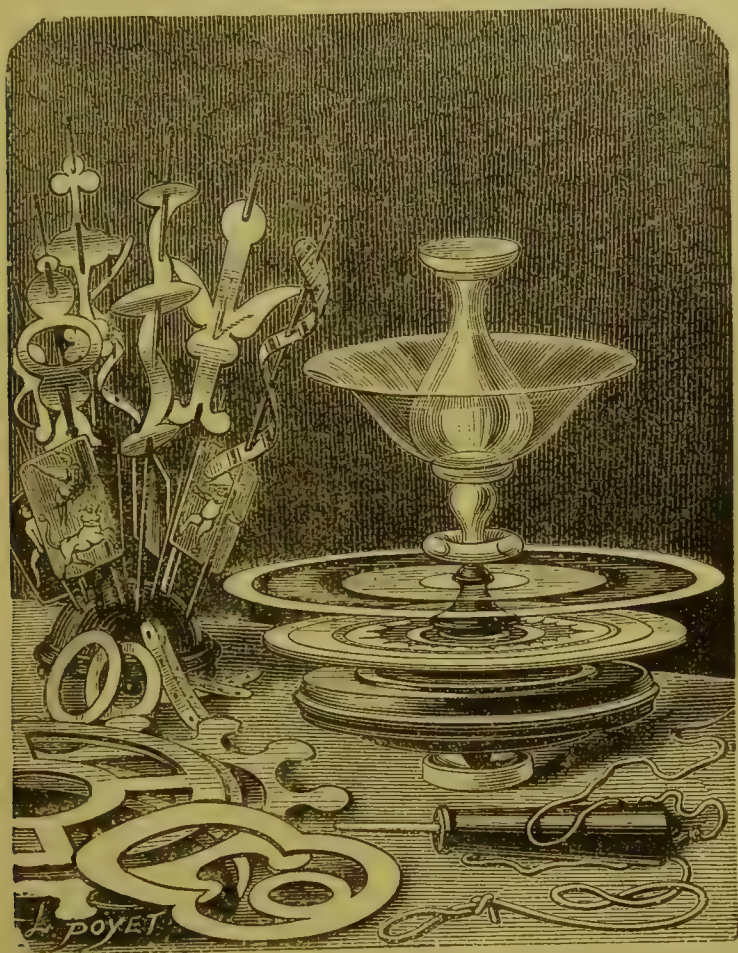



Fig. 161. Trottola abbagliante; aspetto ch'essa presenta quando trovasi in movimento.

gira, e che si tiene nella mano sinistra, si svolge violentemente la funicella tirandola con forza colla mano destra, si ritira il cilindretto metallico, e la trottola gira per molto tempo. Vi si dispongono dei dischi avvitati al centro, a colori variati e di

diametro diverso; questi dischi girano colla trottola, ma i loro colori si confondono e producono degli effetti variatissimi. I dischi gialli, celesti, rossi, successivamente sovrapposti durante la rotazione, assumono l'aspetto di circoli concentrici verdi, violetti, aranciati, di un effetto bellissimo. La trottola può ancora ricevere, nell'orificio del suo asse, dei lunghi cilindretti metallici, analoghi agli aghi adoperati per far merletti, nei quali si sono infilati dei cartoncini intagliati, simili a quelli che figurano alla sinistra della nostra incisione portante il num. 161. Gli aghi ed il cartoncino che si trovano adattati partecipano del moto di rotazione della trottola, ed allora il cartone intagliato, essendo veduto ad un tempo nelle posizioni successive che assume girando, presenta l'aspetto d'un vaso (fig. 161), d'una sfera o d'una tazza, secondo la forma del cartone adoperato. Gli effetti prodotti dalla *trottola abbagliante* variano in modo straordinario. Si possono ancora far girare dei dischi di cartone a diverse altezze ed infilare nell'asse centrale dei cartoni a due faccie, le quali danno gli effetti del taumatropio.

L'enumerazione delle illusioni d'ottica è così considerevole che non si può avere la pretesa di riassumerle tutte. Citeremo qualche esempio ancora per terminare questo capitolo.

Devonsi al signor Silvanus P. Thompson, professore di fisica all'Università di Bristol, gli studi

interessanti sopra un esempio curioso d'illusione ottica, illusione la cui vera causa non è ancora conosciuta, a quanto sembra, ma che si può paragonare a qualche altro fatto, notato già da molto tempo, senza che una spiegazione precisa sia ancora stata data.

Vediamo prima in che consiste, secondo la descrizione che ne ha dato C. M. Gariel, l'effetto scoperto da S. P. Thompson, o piuttosto gli effetti, perchè ne esistono due perfettamente diversi: i disegni più avanti permettono di verificare la realtà di ciò che dobbiamo indicare (fig. 162 a 164).

Il primo *circolo stroboscopico* (tale è il nome impostogli dall'inventore) consiste in una serie di circoli concentrici, di un millimetro circa di larghezza, separati da intervalli bianchi della stessa larghezza, (fig. 162); queste dimensioni non sono assolute, esse variano colla distanza e possono anche raggiungere parecchi centimetri, se si tratta di mostrare il fenomeno ad un uditorio piuttosto numeroso. Se, tenendo in mano questo disegno, gli s'imprime, in seguito ad un leggiero spostamento dell'orlo, un moto circolare nel suo piano, il circolo sembrerà girare attorno al suo centro, e questa rotazione si effettua nel senso del moto reale e con un'eguale velocità angolare: vale a dire il circolo sembrerà descrivere un giro completo mentre che il cartone ne descrive realmente uno e nel

medesimo senso. Perchè l'effetto sia spiccato, bisogna guardare il circolo durante il suo movimento,

Fig. 162. Fig. 163.
Illusione d'ottica di Thompson. Imprimendo un movimento circolare a queste figure, i cerchi sembreranno girare.

Fig. 164. Altra figura di Thompson. I cerchi sembra che girino se si imprime al disegno un leggero movimento di rotazione.

fissando lo sguardo sopra un punto vicino. Per il secondo effetto si traccia un circolo nero nell'in-

terno del quale sono rappresentati un certo numero di denti equidistanti (fig. 163). Se si opera come si è detto per l'altro esperimento, questa specie di ruota dentata sembra girare attorno al suo centro, ma questa volta in senso contrario al moto reale. In quest'esperimento l'effetto è ancora più soddisfacente se non si guarda direttamente il disegno: qui pure i movimenti sono degni di ammirazione in certe combinazioni, come quella rappresentata dalla figura 164, nella quale la molteplicità dei circoli non permette di fissarne uno specialmente.

Aggiungeremo che si possono ottenere dei risultati analoghi con circoli eccentrici od anche con delle curve diverse dai circoli. Per mezzo di una fotografia sul vetro, il signor Thompson ha potuto proiettare questi disegni sopra un telaio ove erano ottenuti in grandissima scala: un movimento rotatorio era comunicato alla lastra fotografica, in modo che il disegno si moveva circolarmente sul telaio, e in questo caso ancora si otteneva l'illusione; ogni circolo sembrava girare attorno al suo centro.

Quale è la spiegazione di questa curiosa apparenza?

Il signor Thompson non crede, e noi partecipiamo di questa opinione, che la proprietà posseduta dalla retina di conservare cioè le immagini durante un certo tempo (*persistenza delle immagini*

nella retina), possa spiegare completamente questi effetti. Senza voler dare una teoria completa, il signor Thompson pensa doversi paragonare questi fenomeni ad altri segnalati, almeno in parte, da lungo tempo, e che forse bisognerebbe attribuire all'occhio una nuova proprietà che spiegherebbe il tutto.

Brewster e Adams descrissero delle apparenze egualmente curiose, di cui ricorderemo le principali, aggiungendovi alcune osservazioni analoghe dovute pure a Thompson; sembrerebbe perciò che esista nell'occhio un effetto di natura mal definita, che giungerebbe a fare *compensazione* (Brewster) al fenomeno reale, poichè sarebbe di senso contrario, effetto che persisterebbe durante un certo tempo dopo la cessazione del fenomeno, e che subito dopo darebbe una sensazione inversa a quella che l'azione reale avrebbe dovuto assolutamente produrre.

Così, dopo aver fissato gli occhi durante due o tre minuti sull'acqua che cade da una cascata, se noi portiamo subitamente lo sguardo sopra delle roccie situate nelle vicinanze, queste sembreranno muoversi dal basso in alto. Non si tratta qui, ben inteso, dell'effetto del moto relativo che si può osservare guardando *simultaneamente* l'acqua che cade e le roccie; se si giunge a concentrarsi abbastanza perchè l'acqua sembri immobile, le roccie sembrano assumere un andamento eguale ed inverso. Nell'ef-

fetto che riportiamo non esiste comparazione simultanea; si guarda *successivamente* e *simultaneamente* l'acqua prima, poscia le roccie.

In un fiume la di cui corrente sia rapida, il Reno sopra la caduta di Sciaffusa, per esempio, le acque non hanno dappertutto la stessa velocità e la corrente è molto più rapida nella parte media che vicino alle rive. Se si fissa lo sguardo nella parte centrale, poi se si dirige prontamente verso le rive, sembrerà che l'acqua rimonti verso la sorgente.

Questa specie di *compensazione* non sembra prodursi solamente in seguito ad uno spostamento, ma anche in seguito ai cambiamenti di grandezza apparente. Allorchè in un treno lanciato a grande velocità si guarda la campagna che fugge, gli oggetti che s'allontanano, e che si fissano, formano evidentemente sulla retina delle immagini sempre più piccole. Se, in queste condizioni, si volgono subitamente gli occhi nell'interno del vagone sopra oggetti immobili rapporto all'osservatore, siano essi le pareti, od anche la figura dei compagni di viaggio, le immagini della retina conserveranno realmente la medesima grandezza, e tuttavia questi oggetti sembreranno crescere ed avvicinarsi.

Tali sono alcuni dei fatti interessanti che si possono paragonare a quelli che Thompson ha scoperto e ai quali sarebbe inclinato ad assegnare una causa comune.

L'esperimento che si può eseguire per mezzo del disegno rappresentato qui dietro, si collega ai principii della persistenza delle immagini sulla retina e a quello dei colori complementari.

Il diavolo sul soffitto. — Già conosciamo l'illu-

Fig. 165. Guardate ben fissamente questa figura per 40 o 50 secondi; dirigete il vostro sguardo verso un punto del soffitto; pochi istanti dopo vi vedrete comparire in nero l'immagine bianca della figura.

sione detta del diavolo sul soffitto. Guardate attentamente coi due occhi il diavoletto bianco della figura 165 fissando specialmente lo sguardo sulla riga nera del mezzo sinchè si provi un po' di stanchezza (questo dura un mezzo minuto); quindi alzate la testa e guardate il soffitto, e dopo 15 o 20

minuti secondi voi vedrete la figura del diavolo disegnarsi nettamente in grigio, come se fosse disegnata sul soffitto.

Ma se invece di un diavolo bianco noi esaminiamo un diavolo colorito di rosso si vedrà dopo disegnarsi sul soffitto la figura sopra un fondo di colore verde, che è il colore complementare del rosso. Si può fare quest'esperienza con una carta da giuoco. Se poi non si vuole alzare la testa al soffitto, basterà guardare un foglio di carta bianca per ottenere questa illusione.

Si potrà variare questa curiosa esperienza servendosi di disegni di vario colore. Così fissando una coccarda bianca, nera o verde, si vedrà il colore complementare azzurro, bianco, rosso. Si potrà ancora fare dei disegni in verde sopra un fondo rosso e si vedranno poi comparire in rosso su fondo verde [1]. La figura rappresentata, sebbene non sia di un valore artistico, potrà servire di modello per queste esperienze.

Questo piccolo esperimento aumenta d'interesse quando viene eseguito ad una luce vivissima. Noi abbiamo spesso verificato che riesce sempre benissimo.

[1] Dicesi complementare di un colore quello che impressionando insieme l'occhio darebbe la sensazione del bianco. Vi è adunque nella visione una tendenza a vedere il bianco, poichè ad un dato colore si sostituisce il colore complementare.

Vi è in esso un fenomeno basato sui colori complementari. Se si fissa, come abbiamo sperimentato, un disegno *rosso* ben rischiarato, un asso di cuori, per esempio, di una carta da giuoco, si vede nella soffitta l'effigie dell'asso, ma di color *verde*.

Ricorderemo ancora ai nostri lettori il curioso esperimento d'ottica relativo al *punctum cæcum* dell'occhio. La fig. 166 qui appresso permette di eseguire facilmente un tale esperimento. Chiudete il

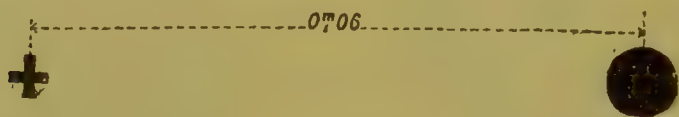



Fig. 166 destinata all'esperimento del *punctum cæcum* dell'occhio.

vostro occhio sinistro posandovi sopra la mano sinistra; prendete nella mano destra il presente volume, e presentate, davanti al vostro occhio destro, la fig. 166 tenuta all'estremità del braccio. Guardate coll'occhio destro la piccola croce nera soltanto, ed avvicinate a poco a poco il disegno al vostro viso; giungerà un momento in cui il vostro occhio cesserà di vedere il disco nero. Avvicinate ancora la figura, e le due immagini, croce e disco, appariranno di nuovo. Esiste nell'occhio un punto che non è sensibile all'azione luminosa; questo è il *punctum cæcum*.

Forate un viglietto da visita, oppure una carta da giuoco con uno spillo; considerando un oggetto vicinissimo (2 centimetri circa), carattere da stampa, per esempio, attraverso questo foro, voi vedrete

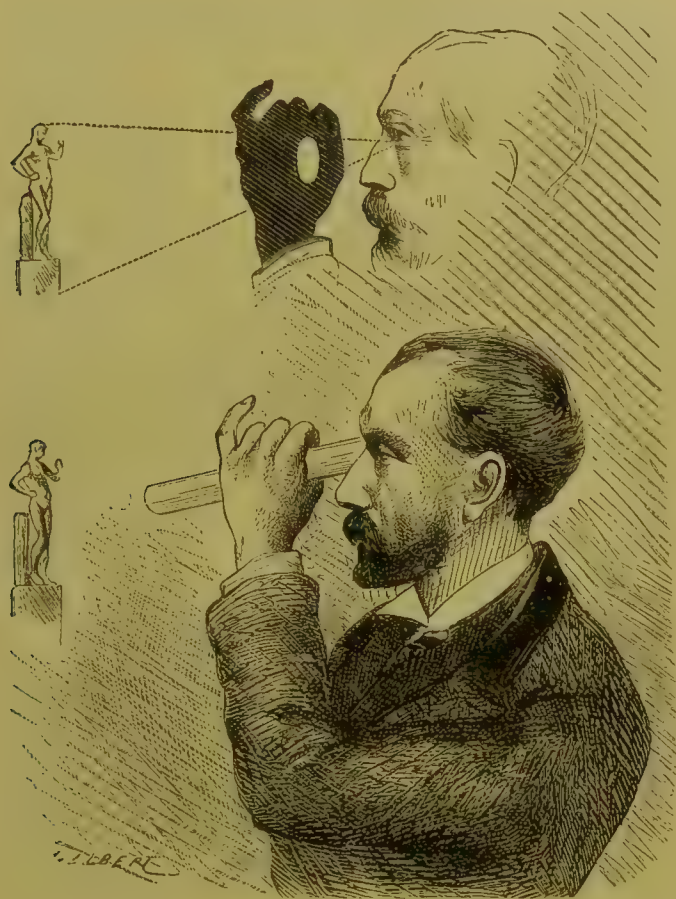



Fig. 167. Esperimento che fa apparire la mano forata.

ch'esso farà ufficio di una lente e che l'oggetto osservato sarà considerevolmente amplificato.

La fig. 167 rappresenta un altro esperimento d'ottica curiosissimo e facilissimo ad eseguirsi. Fate, per mezzo di un foglio di carta alquanto consistente,

un cilindro che terrete nella mano sinistra, e che applicherete contro l'occhio destro come un cannocchiale. Lasciate aperti i vostri occhi. Se osservate un oggetto, lontano qualche metro, come sarebbe una statuetta, è il vostro occhio sinistro che vedrà l'oggetto, e vi sembrerà vederlo attraverso un'apertura praticata nella vostra mano, come indica la parte superiore dell'incisione (fig. 167).

I ritratti neri (silhouettes). — Ecco il modo di avere facilmente una collezione di ritratti in profilo senza nessun apparecchio.

Pigliate un grande foglio di carta nera da una parte, e fissatelo col mezzo di spille o di bullettine al muro della camera colla superficie nera contro il muro. Situate sopra una tavola ad una distanza opportuna una lampada molto luminosa e fate passare fra la lampada ed il muro la persona di cui volete fare il ritratto. L'ombra della persona cadrà nettamente nel foglio di carta, e voi potrete seguirne accuratamente i contorni con un lapis (fig. 168).

Tagliate via il disegno così ottenuto, e non avrete che da rivoltare il frastaglio di carta e da ingommarlo bene sopra un foglio di carta bianca.

Avvertiamo tuttavia che essendo necessario di ottenere delle ombre dai contorni precisi si otterranno meglio queste ombre avvolgendo il tubo della lampada in un tubo di carta opaca in cui siasi praticato un forellino di un mezzo centimetro. In tal-

modo si eviteranno le sfumature della penombra, che sono un incaglio nella pratica.

Più il lume sarà lontano e più l'ombra sarà pic cola.

Fig. 168. I ritratti-silhouettes.

Si otterranno tuttavia sempre dei ritratti più grandi del vero — volendoli impicciolire si faccia uso di una camera oscura.

Far cambiare la grandezza di un soldo. — Prendete una scatola rettangolare di legno non colorita,

di quelle che si adoperano comunemente per i pacchi postali ed in una delle sue faccie impianterete un chiodo oppure un' asta metallica lunga circa 8 centimetri.

Voi attaccherete all'estremità di quest' asta, col

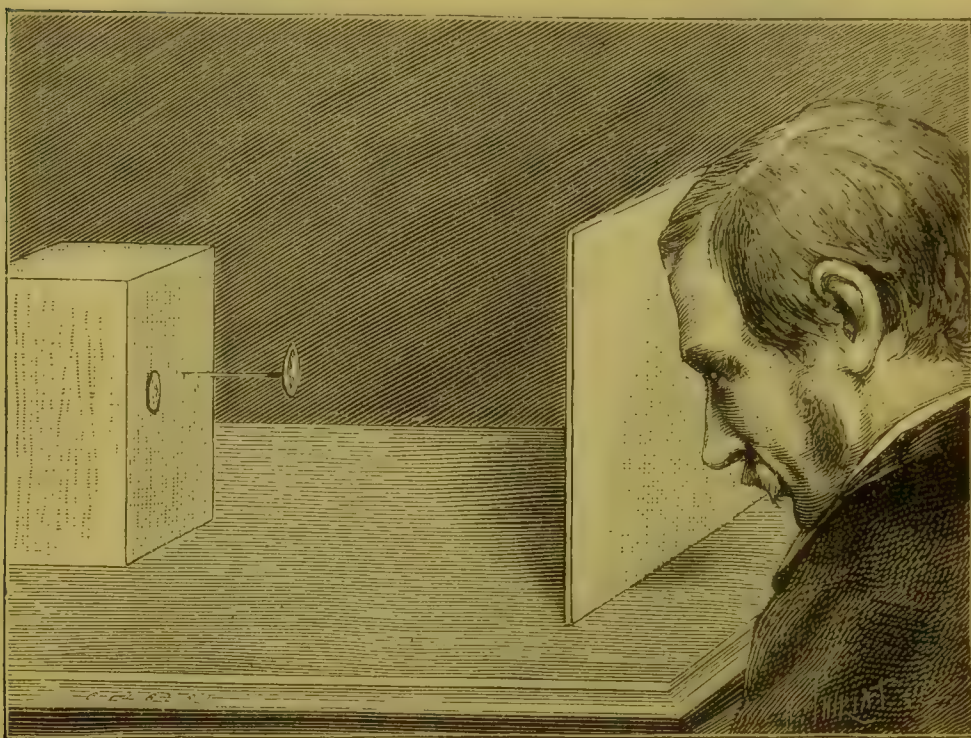



Fig. 169. Maniera di far parere uguale una moneta da 10 centesimi ad una da 5.

mezzo di cera vergine o di pece, una moneta da 10 centesimi, pel suo centro accanto a questa voi attaccherete direttamente sulla scatola una moneta da 5 centesimi, che è molto più piccola. Se voi guardate queste due monete attraverso ad un foro circolare di un millimetro di diametro fatto in un

pezzo di cartone voi non potrete distinguere le due monete, che vi sembreranno uguali (fig. 169).

Naturalmente queste due monete devono essere visibili dalla parte *faccia* affinchè si produca l'illusione, essendo la parte faccia simile nelle due monete di valore differente.

La distanza da cui dovranno essere guardate le due monete varia secondo il grado della vista dell'osservatore.

Per riuscire nell'esperienza è bene porre l'occhio contro l'apertura del foro nel cartone tenuto fisso e di allontanare o di avvicinare colla mano la scatola di legno che serve di sostegno alle due monete.

Nell'apprezzamento delle dimensioni di un oggetto influisce sempre il confronto degli oggetti vicini.

La luna *ci pare* più grossa allorchè si trova bassa rispetto all'orizzonte appunto perchè all' orizzonte abbiamo il confronto della dimensione degli alberi lontani. Questi li vediamo impiccioliti per effetto della distanza; ma noi sappiamo quale sia la reale loro dimensione. Così dal confronto la luna ci pare più grossa che allorchè la osserviamo in alto.

Ad una data distanza, che generalmente si trova fra 15 e 25 centimetri l'occhio vede le due monete di uguale grandezza. Diminuendo allora a poco a poco la distanza si riesce talora a vedere la moneta da cinque centesimi più grande dell'altra.

Questa esperienza si spiega considerando che l'occhio, con questa disposizione non può valutare la distanza reale dei due oggetti.

Per un fenomeno simile ci sembra che la luna, guardata entro un cannocchiale astronomico sia più piccola del vero, mentre realmente è più grande.

Le lettere allungate. — La fig. 170 rappresenta un motto fatto di lettere allungate nella direzione della

Fig. 170. Lettere allungate leggibili.

loro altezza. La fig. 171 rappresenta le stesse lettere smisuratamente allungate.

Se noi poniamo innanzi a noi questa figura, così da non vedere più altro che un piano di un'altezza ridotta ad $^1/_{10}$ circa, vale a dire che le lettere invece di apparire agli occhi alte 12 centimetri non abbiano poi che un centimetro di altezza apparente, noi la leggeremo quasi facilmente come quelle della figura precedente.

Il lettore riuscirà a leggere bene lo scritto allungato tenendo il volume alla distanza di 20 o 30 centimetri dall'occhio.

L'esagerazione nell'allontanamento delle basi delle

aste nella prima figura è fatta per dare la regola al lettore che volesse imitare questi caratteri geroglifici.

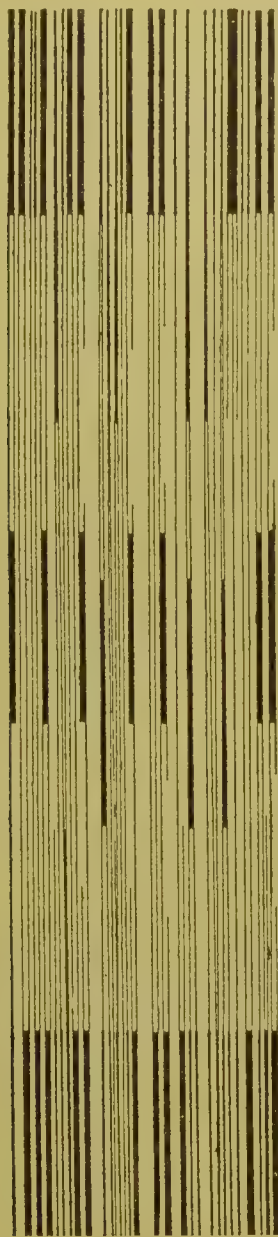



Fig. 171. Le stesse lettere molto più allungate. Per leggere bisogna guardarle obliquamente, tenendole quasi parallele al raggio visibile.

Questo modo di scrivere venne qualche volta adoperato per delle insegne altissime, sopra la facciata di una casa posta in una via molto stretta.

I passeggieri alzando il capo non pensavano certamente che leggevano così una scrittura che non avrebbero potuto leggere dall'alto.

Ma simile espediente si può mettere in pratica facendo dei disegni che sono un garbuglio se non vengono guardati sotto l'obliquità opportuna. Siccome l'occhio deve contemporaneamente vedere tutta l'immagine è necessario che le linee in altezza siano dirette verso lo stesso punto che è l'apice di un triangolo.

Con un po' d'abitudine è possibile, procedendo per prove, di ottenere un maggiore allungamento delle lettere, che continuano ad essere visibili quando sono guardate da un certo punto; si tratta di leggerezza di mano e di null'altro.

Fra le illusioni d'ottica più curiose, ve ne sono moltissime che si possono produrre per mezzo di specchi. Il cannocchiale spezzato nè è un esempio. Questo apparecchio montato sopra un sostegno chiuso permette di vedere in apparenza un oggetto attraverso un macigno od altro corpo opaco, come lo rappresenta la fig. 172. La sezione del cannocchiale spiega abbastanza la disposizione. L'osservatore che ha l'occhio collocato davanti all'oculare, vede chiaramente l'immagine dell'oggetto esposto davanti l'obbiettivo; questa immagine è riflessa quattro volte prima di giungere al suo occhio, per mezzo di piccoli specchi nascosti nell'istrumento. Il sostegno del

cannocchiale, che rappresentiamo aperto nella figura, è in realtà chiuso da tutte le parti, e l'illusione è delle più complete.

Gli specchi concavi o convessi deformano singolarmente le immagini, e producono degli effetti in-

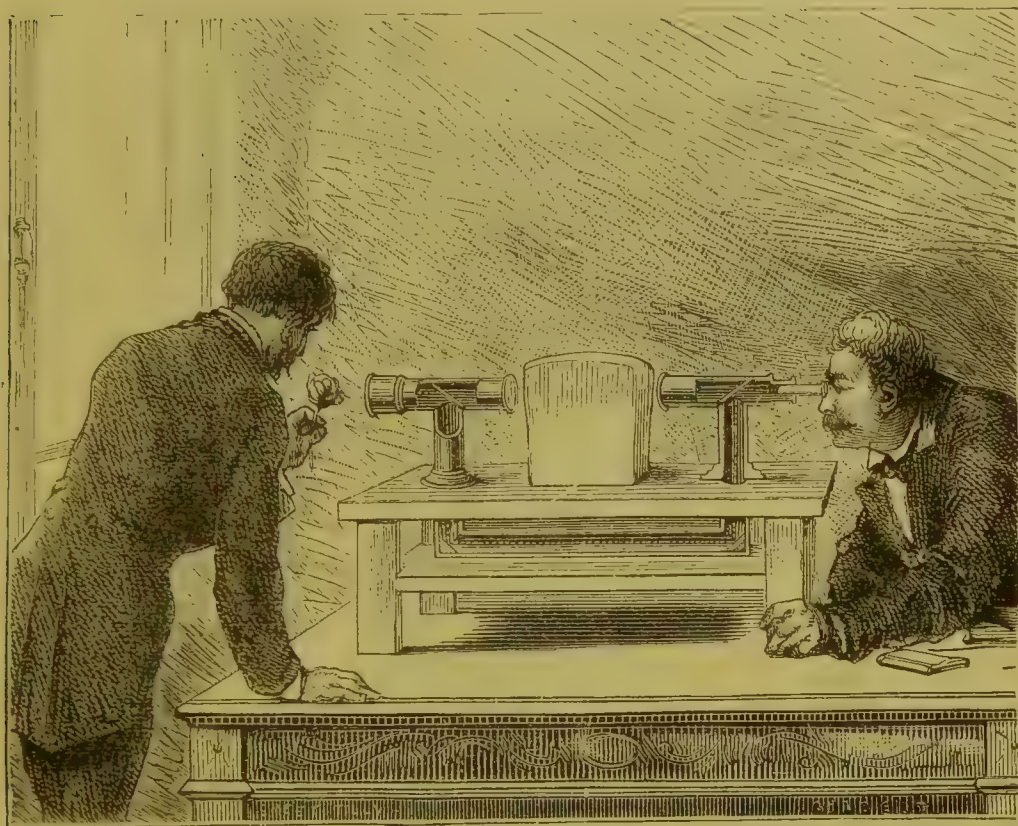



Fig. 172. Cannocchiale spezzato.

teressantissimi. Le *anamorfosi* costituiscono dei disegni particolari che entrano nella classe degli esperimenti relativi agli specchi cilindrici. Queste sono immagini fatte secondo regole determinate, ma talmente deformi da distinguersi solamente, quando si guardano direttamente, dei lineamenti confusi.

Quando si vedono per riflessione entro specchi curvi, esse presentano al contrario un disegno regolare. Diamo qui (fig. 173) un saggio di simile figura che, vista in uno specchio cilindrico, dà l'aspetto di un dieci di cuore; si possono adoperare degli specchi conici i quali presentano ancora degli effetti par-

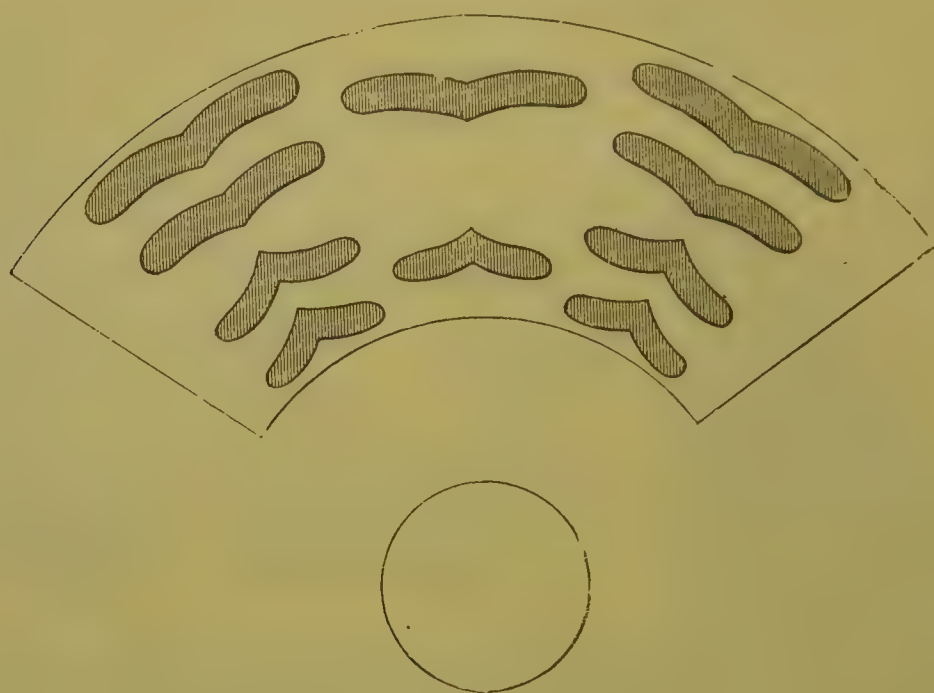



Fig. 173. Disegno anamorfico d'una carta da giuoco.

ticolari e non meno interessanti. La figura 174 mostra una anamorfosi fatta per uno specchio cilindrico; si vede che l'immagine confusa della carta orizzontale si riflette nello specchio dando l'immagine di un giocoliere. Il piccolo giocoliere, così perfettamente riflesso nello specchio, è irriconoscibile nel disegno. È cosa facile il preparare da

sè medesimi queste immagini, che offrono un eccellente esercizio ed un grazioso oggetto di ricreazione.

Una delle più famose applicazioni degli specchi

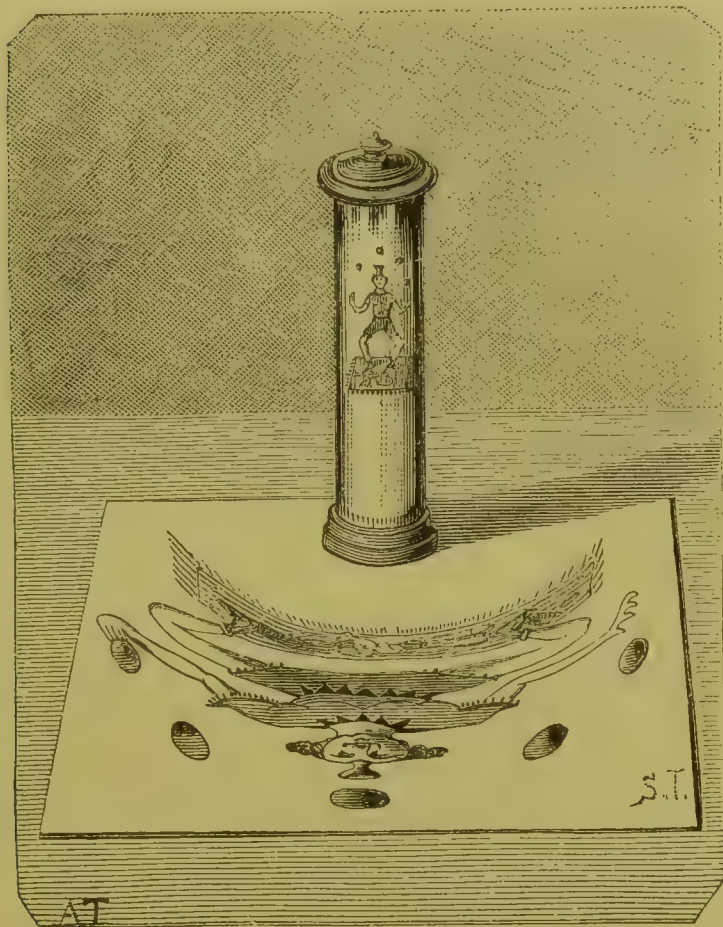



Fig. 174. Specchio cilindrico ed anamorfosi.

alla fisica dilettevole è senza contraddizione quella che è stata fatta nel curioso esperimento del *decapitato parlante.*

Alcuni anni or sono, il *decapitato parlante* ottenne a Parigi ed in un gran numero di altre città un

vero successo di curiosità. I visitatori guardavano in una saletta, ove essi non potevano penetrare, ed ove vedevano una tavola a tre piedi; sopra questa tavola v' era una testa umana, posata sopra un drappo nel mezzo di un vassoio. Questa testa stralunava gli occhi e parlava; essa apparteneva certamente ad un uomo di cui il corpo era assolutamente dissimulato (fig. 175).

Gli spettatori credevano di vedere uno spazio vuoto sotto alla tavola, ma il corpo dell'individuo che si trovava seduto, era nascosto da due specchi a 45° rapporto ai muri di destra e di sinistra. Il tutto era disposto in tal modo che l'immagine riflessa di questi muri coincideva colla parte visibile del muro del fondo della sala. Se si fosse gettato un sasso fra i piedi della tavola si sarebbero rotti gli specchi che riflettevano i muri di destra e di sinistra. Un incredulo si è servito un giorno di questo processo. Perchè l'illusione sia completa, i tre muri devono essere coperti di un colore omogeneo acciò risultino perfettamente simili fra loro.

Gli *spettri* presentati sul teatro dal fisico Robin attirarono vivamente, come dissi, l'attenzione del pubblico. Si trattava d'immagini formate coll'aiuto di vetri trasparenti, come quelli di cui sono munite le vetrine dei negozi nelle grandi città. I cristalli non argentati ed i vetri riproducono frequentemente il fenomeno degli spettri. La sera, quando fa scuro

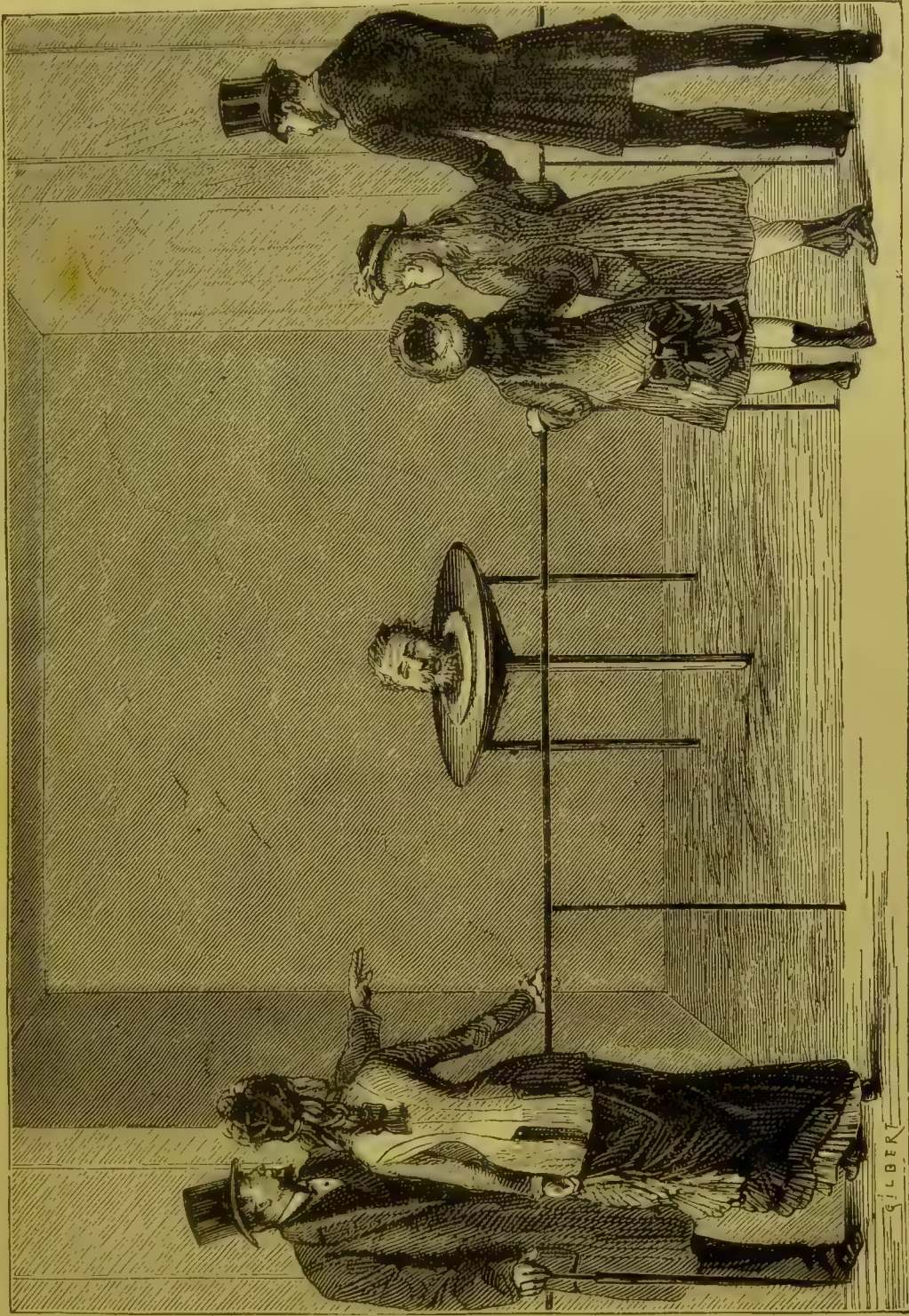



Fig. 175. Il decapitato parlante.

al difuori, è facile il constatare che l'immagine degli oggetti collocati in un luogo rischiarato si produce dietro i vetri delle finestre mercè l'oscurità che regna al difuori. Se ci avviciniamo al vetro si vedono tuttavia gli oggetti reali al difuori, una balaustrata di balcone, un albero, ecc. Questi oggetti reali possono così confondersi coll'immagine riflessa di un altro oggetto, ed essere combinati in modo da produrre degli effetti curiosi. Ciò è quanto aveva fatto Robin per gli effetti del teatro. Esso proiettava sulla scena l'immagine di uno zuavo, e lui stesso, armato di una sciabola, attraversava il corpo di questo *spettro;* un gran numero di altri effetti singolari erano ottenuti nello stesso modo.

Ecco come l'operatore otteneva questi effetti:

Sotto il palcoscenico del teatro una lampada elettrica, o meglio una lampada alimentata dalla luce Drummond, lanciava dei raggi sul personaggio vivente che faceva da spettro, diavolo o fantasma. Sulla parte anteriore della vera scena, sulla linea del sipario, trovavasi fissato un cristallo di buona qualità, trasparentissimo, che separava gli spettatori dal personaggio in iscena.

Questo vetro era inclinato a 45 gradi rapporto al piano del teatro.

I raggi luminosi proiettati sul personaggio vivente, sotto la scena, si riflettevano su questo cristallo, e l'immagine di questo personaggio così dis-

simulato producevasi sulla scena a lato dell'attore, come l'immagine di un viaggiatore in un vagone si produce sulla strada ferrata, per l'effetto del vetro della finestra.

La sala del teatro durante l'apparizione è in una quasi completa oscurità, e lo spettro, ben rischiarato sulla scena, campeggia meglio sopra un fondo nero. Se, come si può giudicare, la teoria di questo esperimento è semplicissima, devesi riconoscere che l'esecuzione presenta molte difficoltà, sopratutto per la persona che fa ufficio di spettro. Bisogna in effetto ch'esso si tenga costantemente inclinato a 45 gradi perchè la sua immagine appaia in piedi sulla scena, e siccome non può camminare facilmente in questa posizione così inclinata, produce un fantasma che non è mai completamente ritto; bisogna inoltre che esso combini con una grande precisione i suoi movimenti per farli concordare con quelli dell'attore che non opera che a caso dietro il cristallo. Tutte queste condizioni sono difficili ad essere realizzate con precisione, ed è per questa ragione che da molto tempo si è rinunciato agli *spettri* nei teatri.

In questi ultimi tempi si sono tuttavia utilizzate le immagini formate in una maniera analoga per facilitare lo studio del disegno per mezzo di un piccolo apparecchio ingegnosissimo.

Un vetro quadrato è fissato verticalmente sopra una tavoletta di colore nero (fig. 176). Un disegno

da copiare è collocato da un lato di questo cristallo; se si colloca in modo che il raggio visuale passi obliquamente attraverso al cristallo, si scorge chiaramente l'immagine del disegno dalla parte oppo-

Fig. 176. Apparecchio per disegnare col mezzo dell'immagine del modello.

sta del modello. Riesce allora cosa facile il riprodurlo sopra una carta bianca con una matita; non c'è che da seguire le linee dell'immagine. Le immagini prodotte offrono l'inconveniente di essere *rovesciate;* il che non permette di riprodurre senza inconvenienti tutti i generi di disegni.

Capitolo IV.

L'ANALISI DEGLI AZZARDI ED I GIUOCHI MATEMATICI.

Richiamiamo l'attenzione dei lettori sopra alcuni tentativi una volta famosi che la nostra generazione ha in seguito abbandonati. Intendiamo parlare dell'*analisi degli azzardi*, scienza ancora conosciuta sotto il nome di *calcolo delle probabilità* e che una volta coltivata con ardore, è oggi quasi caduta nell'oblio.

Fondata dal capriccio di un bello spirito, il cavalier di Méré, che propose a Pascal, nel 1654, due difficoltà di giuoco, l'analisi degli azzardi ha richiesto degli studi di un genere interamente nuovo. Si trattava di misurare il grado matematico di fede di cui potevano essere degne delle semplici congetture.

Non parleremo qui delle molteplici discussioni a cui diede luogo questo studio speciale, non diremo

nulla dei principii di Laplace, ma citeremo soltanto alcuni fatti interessanti.

Giacomo Bernouilli stabilì come segue i risultati delle sue meditazioni sul calcolo delle probabilità:

Un'urna contenente delle palle bianche e nere è collocata davanti ad uno spettatore, che estrae una palla, osserva il colore e la rimette nell'urna. Dopo una serie abbastanza lunga di prove, il numero delle palle bianche estratte, diviso per il numero totale delle palle estratte, rappresenta una frazione vicinissima a quella che ha per numeratore il numero reale delle palle bianche esistenti nell'urna, e per denominatore il numero totale delle palle. In altri termini, i due rapporti del numero sia delle palle bianche e nere estratte, sia delle palle bianche e nere realmente esistenti nell'urna, tendono a confondersi sempre maggiormente; o meglio ancora, la probabilità ricavata da questo esperimento si avvicina indefinitamente alla certezza. Le due frazioni possono diversificare tra loro il meno che si vorrà, se si prolungano sufficientemente le prove.

Si deducono da questo teorema parecchie conseguenze:

1.° I rapporti degli effetti della natura sono quasi costanti, quando questi effetti sono considerati in numero grande e dipendono da cause costanti.

2.° In una serie di avvenimenti, indefinitamente

prolungata, l'azione delle cause regolari e costanti finisce per annullare quella delle cause irregolari.

Le combinazioni che presentano i giuochi sono state l'oggetto delle prime ricerche sulle probabilità.

Completeremo queste indicazioni con due esempi:

1.° Due giuocatori A e B, di cui l'abilità è eguale, giocano insieme colla condizione che quello che pel primo avrà vinto l'altro un dato numero di volte, guadagnerà la partita, e ritirerà la somma giocata; dopo alcuni tentativi, i giocatori convengono di ritirarsi senza aver terminato la partita; si domanda in qual modo questa somma deve essere ripartita fra loro. Questo è uno dei problemi proposti a Pascal dal cavaliere de Méré.

Le parti debbono essere proporzionali alle rispettive probabilità di guadagnare la partita. Queste probabilità dipendono dai numeri di punti che mancano a ciascun giuocatore per arrivare al numero stabilito.

Si determinano le probabilità di A, partendo dal numero più piccolo, osservando che la probabilità è eguale all'unità, allorquando non manca alcun punto al giuocatore A. Supponendo non manchi che un punto al giuocatore A, si trova che la sua probabilità è $^1/_2$ $^3/_4$ $^7/_8$, ecc., secondo che manca a B, un punto, o due, o tre.

Si supporrà in seguito che manchino due punti al giuocatore A, e si troverà la sua probabilità

eguale a $^1/_4$ $^1/_2$ $^{11}/_{16}$, ecc., secondo che manca a B, un punto, o due, o tre, ecc.

Si supporrà ancora che manchino tre punti al giuocatore A, e così di seguito.

Notiamo, alla sfuggita, che questa soluzione è stata modificata da Daniel Bernouilli riguardo alla considerazione della rispettiva fortuna dei giuocatori, da cui ha dedotto l'idea della speranza morale. Questa soluzione, famosa nella storia della scienza, porta il nome di *problema di Pietroburgo*, perchè venne pubblicata per la prima volta nelle *Memorie dell'Accademia di Russia.*

Giungiamo ora al *giuoco degli aghi*. Si tratta di una vera ricreazione matematica, il cui risultato, indicato dalla teoria, è fatto per produrre dello stupore.

Il giuoco degli aghi è un'applicazione dei diversi principii che abbiamo esposti sulle probabilità.

Se si traccia sopra un foglio di carta una serie di linee AA^1, BB^1, CC^1, DD^1, parallele equidistanti, e si lasci cadere a caso su questo foglio un ago *ab* interamente cilindrico, la cui lunghezza sia eguale alla metà della distanza delle parallele (fig. 177 a pag. 282, e fig. 178 a pag. 285), ognuno potrà accertarsi di questi risultati curiosi.

Se l'esperimento viene prolungato per qualche tempo; per fissare le idee, se si lascia cadere cento volte l'ago a caso risulterà che in questi cento ten-

tativi l'ago incontrerà una qualunque delle parallele, un certo numero di volte. Dividendo il numero dei tentativi per il numero degli incontri, si otterrà per quoziente un numero che si avvicinerà tanto più al valore del rapporto della circonferenza al diametro, quanto più si saranno moltiplicate le prove.

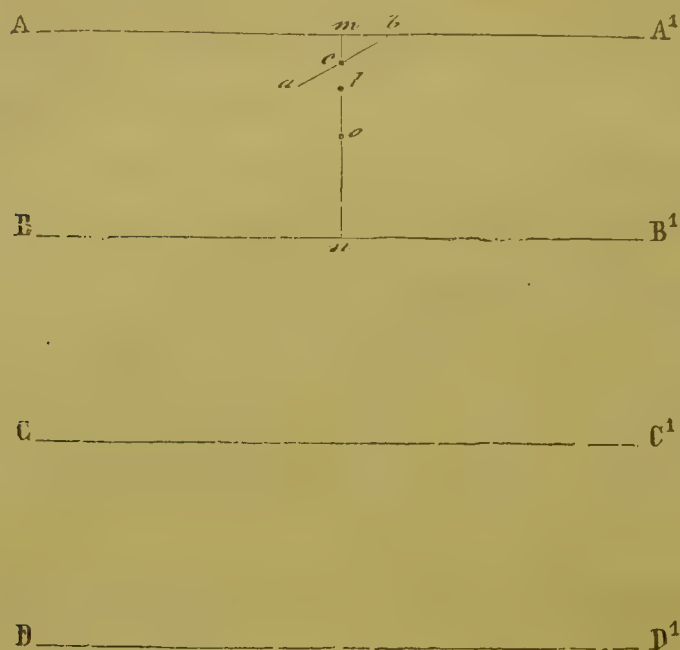



Fig. 177. Disposizione del piano destinato a servire al giuoco dell'ago, relative al calcolo delle probabilità.

Questo rapporto, seguendo i principii della geometria, è un numero fisso, di cui il valore numerico è: 3, 1415926.

Dopo cento tentativi, si trova generalmente il valore esatto fino alle prime due cifre: 3,1.

Come spiegare questa inattesa conseguenza?

L'applicazione del calcolo delle probabilità ne dà

la ragione. Il rapporto indicato degli incontri al numero delle prove è la probabilità di questo incontro. Il calcolo cerca di valutare questa probabilità, facendo l'enumerazione dei casi possibili e dei casi favorevoli.

L'enumerazione di questi casi possibili esige l'applicazione del principio delle probabilità composte. Si vede facilmente che basta considerare le probabilità che l'ago ha di cadere fra le due parallele determinate AA^1 e BB^1 (fig. 177), poscia bisogna ancora considerare ciò che avviene nell' intervallo *mn* eguale all'equidistanza.

Per un incontro bisogna dunque:

1.° Che la metà dell'ago cada fra *m* ed *l* metà di *mo*;

2.° Che l'angolo dell'ago con *mo* sia più piccolo dell'angolo *mcb*.

La valutazione di ognuna di queste probabilità e la loro combinazione per moltiplicazione, secondo il principio delle probabilità composte, dà finalmente per espressione della probabilità il numero π.

Questo curioso esempio giustifica il teorema di Bernouilli relativo alla moltiplicazione degli avvenimenti: non vi sono limiti per l'approssimazione del risultato allorchè si prolunga di molto la prova.

Allorchè la lunghezza dell'ago non è esattamente la metà della distanza delle parallele (essa può avere qualunque lunghezza, basta che si conservi inferiore

a tale distanza), la regola pratica del giuoco è la seguente:

Bisogna moltiplicare il rapporto del numero delle proiezioni al numero degli incontri per il doppio del rapporto della lunghezza dell'ago all'intervallo delle parallele. Nel caso particolare più sopra citato, il doppio dell'ultimo rapporto ha per valore l'unità. Daremo un'applicazione numerica citata dagli autori.

Con un ago di 50 millimetri di lunghezza proiettato 10,000 volte sopra una serie di parallele di cui la distanza era di 63^{mm},6, si è trovato un numero di incontri eguale a 5,009.

Si prende il rapporto $\frac{10000}{5009}$, si moltiplica per il rapporto $\frac{1000}{636}$ ed il prodotto è: 3,1421.

Il vero valore è: 3,1415.

Si ha un'approssimazione di $\frac{6}{10000}$.

Le dimensioni indicate in questo esperimento sono quelle che presentano, per un determinato numero di prove, la maggior probabilità di ottenere la maggior approssimazione possibile.

Termineremo queste considerazioni sui giuochi con alcune riflessioni tolte a Laplace.

Lo spirito ha le sue illusioni, come il senso della vista; e come il tatto corregge quest'ultimo, la riflessione ed il calcolo correggono le prime. La probabilità fondata sopra un esperimento giornaliero, o esagerata dal timore e dalla speranza, ci sorprende

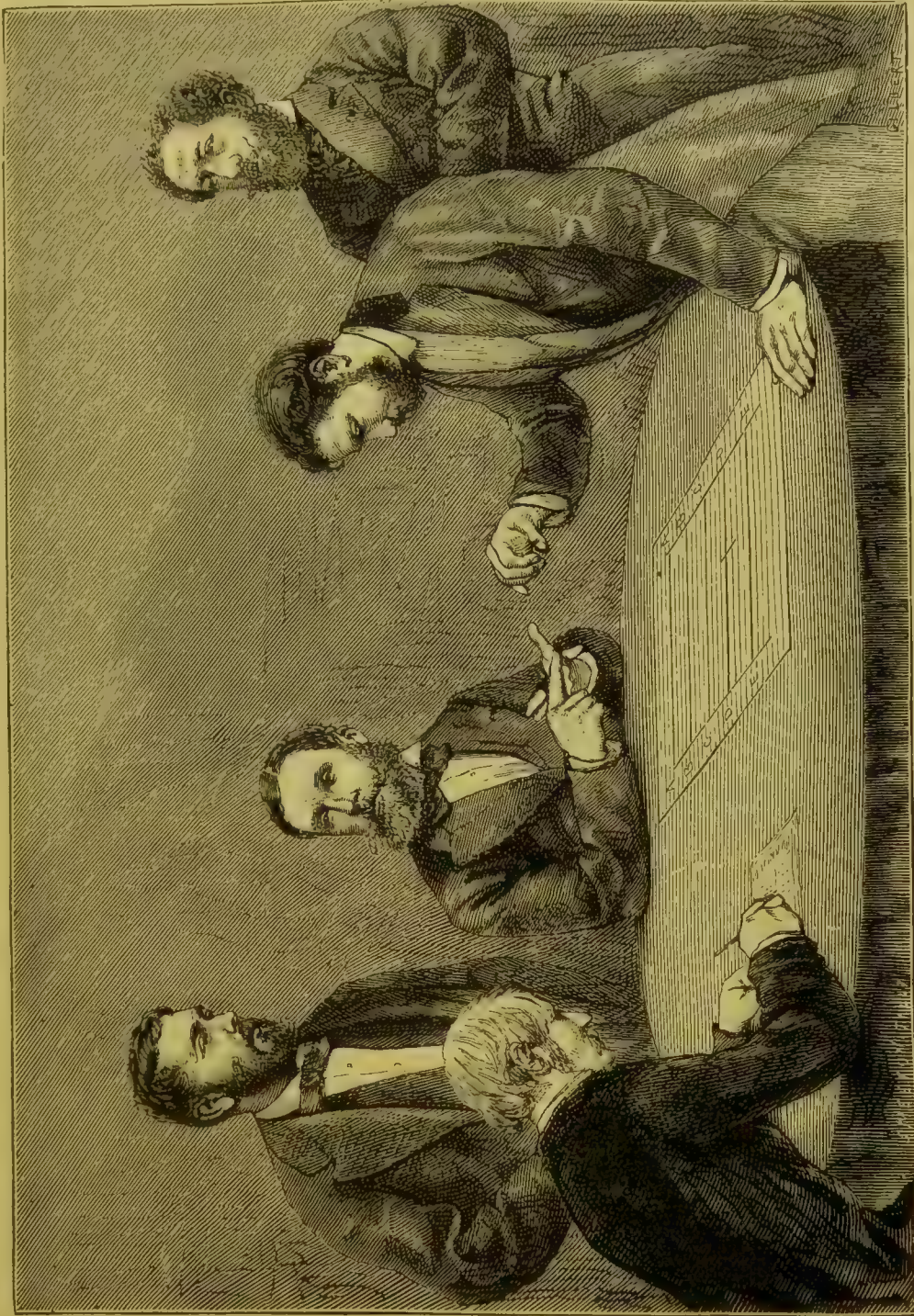



Fig. 178. Il giuoco dell'ago.

più di una probabilità superiore, ma che non è altro che un semplice risultato del calcolo.

In una lunga serie di casi dello stesso genere, il solo azzardo deve talvolta offrire queste vene singolari di felicità o di disgrazia, che la maggior parte dei giuocatori non manca di attribuire ad una specie di fatalità. Accade spesso, nei giuochi che dipendono ad un tempo dall' azzardo e dall' abilità dei giuocatori, che quello che perde, turbato dalla perdita, cerca di ripararla con dei colpi arrischiati che egli eviterebbe in un'altra situazione; egli aggrava in tal modo la propria sfortuna e ne prolunga la durata. È tuttavia in simili casi che la prudenza diviene necessaria, e che è necessario convincersi che lo svantaggio morale unito alla sfavorevole fortuna, aumenta per la disgrazia stessa.

I giuochi matematici, una volta ricercatissimi, hanno fatto recentemente una nuova riapparizione sotto forma di un piccolo apparecchio conosciuto sotto il nome di *taquin*.

Questo giuoco, pervenutoci dall' America, ove è chiamato *puzzle*, consiste in una scatola quadrangolare nella quale sono collocati sedici piccoli dadi mobili in legno, numerizzati da 1 a 16 (fig. 179). Ecco in che consiste il giuoco del *taquin*. Si ritira il dado di legno n.° 16, e si collocano gli altri dadi a caso nella scatola, come rappresenta la fig. 180 per esempio. Si tratta allora di spostare i dadi, fa-

cendoli strisciare da un posto all'altro, in modo che risultino disposti nel loro ordine naturale dal 1 al 15. Bisognerà, per esempio, se il caso ha collocato i dadi come nella fig. 180, fare in modo di ricondurli nella posizione che essi occupano nella fig. 179; e

Fig. 179. Il *taquin*, giuoco matematico.

vi si deve arrivare limitandosi a far camminare i dadi, senza sollevarli dal fondo della scatola.

Le complicazioni di questo giuoco, in apparenza semplicissimo, sono sorprendenti, e danno origine ad un'infinità di combinazioni spesso interessanti.

Quando si aggiunge il sedicesimo dado, si può variare il giuoco, e cercare la soluzione del problema, la quale consiste nell'allineare i numeri in modo

tale che la somma delle linee orizzontali, verticali o diagonali dia 34. Considerato sotto tale forma, questo problema è uno dei più antichi che si possa menzionare. Esso risale ai tempi dei primi Egiziani.

Nel corso degli ultimi secoli ha spesso formato

Fig. 180. Dadi del *taquin* collocati a caso, il n.° 16 essendo tolto.

la preoccupazione di molti e rientra nella serie dei famosi *quadrati magici*, di cui noi ripeteremo i principii ben conosciuti dei matematici.

Ecco la definizione che diede sopra questo soggetto Ozanam, dell'Accademia delle scienze di Parigi, alla fine del diciassettesimo secolo.

Si chiama *quadrato magico* un quadrato diviso in parecchi altri quadrettini eguali, o caselle, occupati

dai termini di una progressione, i quali vi sono disposti in modo che tutti quelli di una stessa linea, tanto in lungo, quanto in largo ed in diagonale, fanno una stessa somma quando si addizionano, o danno uno stesso prodotto quando si moltiplicano.

Risulta da questa definizione che esistono due specie di quadrati magici; gli uni sono formati dai termini di una progressione aritmetica, gli altri dai termini di una progressione geometrica. Si distinguono ancora i quadrati magici pari ed i quadrati magici dispari.

Diamo qui sopra parecchi esempi dei quadrati magici a termini di progressione aritmetica; fra questi il quadrato del 34 dà una soluzione del *taquin* (fig. 181).

Daremo pure un esempio del quadrato magico formato di termini in progressione geometrica.

La progressione doppia, per esempio, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, disposti come alla figura 182 forma un quadrato tale che il prodotto ottenuto moltiplicando i tre termini di una stessa linea o di una stessa diagonale è 4096, che è il cubo del termine medio 16.

Questi quadrati sono stati chiamati *magici*, perchè erano, secondo Ozanam, in grande venerazione fra i Pitagorici.

Alcuni quadrati magici, al tempo dell'alchimia e dell'astrologia, erano dedicati ai sette pianeti, e in-

cisi sopra una lastra di metallo che simpatizzava col pianeta.

Per dare un' idea delle combinazioni alle quali si presta lo studio dei quadrati magici, di cui il *taquin* non è che una variante, ci basti l'aggiungere che dei matematici scrissero interi trattati sopra questo

Fig. 181. Esempi di quadrati magici formati dai termini di una progressione aritmetica.

argomento. Frènicle de Bessy, uno dei più eminenti calcolatori del diciassettesimo secolo, occupò una parte della sua vita nello studio dei quadrati magici. Scoperse delle nuove regole per i quadrati dispari e ne diede pure per dei quadrati pari, e trovò il modo di variarli in molte maniere.

Così per il quadrato magico di cui la radice è 4, non si conoscevano che 16 diverse disposizioni.

Frénicle de Bessy, trovò 880 nuove soluzioni. Un importante lavoro di questo dotto matematico venne pubblicato sotto il titolo di *Quadrati o tavole magiche* nelle *Memorie dell'Accademia reale delle scienze* dal 1666 fino al 1699 (Tom. V, in-4).

Gli amatori del *taquin,* che saranno accusati di occuparsi di un giuoco futile e indegno degli spiriti

Fig. 182. Quadrato magico formato dai termini di una progressione geometrica.

serii, potranno ricordarsi dei lavori di Frénicle; faranno meglio ancora se li consulteranno.

Non abbiamo finora esaminato se non la prima parte del *taquin;* quella cioè relativa ai quadrati magici. Ci resta ora da esaminare questo gioco, sotto il rapporto del problema al quale ha specialmente dato luogo. Noi lo faremo con un distinto matematico, Piarron di Mondesir, che ha voluto esserci gentile di schiarimenti sopra questo soggetto molto più difficile di quello che sembra a primo aspetto.

Il giornale la *Presse illustrée* aveva proposto un

premio di 500 franchi alla persona che sarebbe pervenuta a risolvere il seguente problema:

Togliere i quindici cubi dalla scatola, riporveli dentro a caso, poi, permutandoli insieme, riunirli nell'ordine del quadrato A (fig. 183).

Ora, nessuno ha risoluto il problema in tal modo proposto, per la ragione semplicissima che riesce

Quadrato A.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	

Quadrato B.

4	3	2	1
8	7	6	5
12	11	10	9
	15	14	13

Fig. 183.

impossibile la soluzione o piuttosto ch'essa non è possibile che nella metà dei casi.

Potete sempre, permutando convenevolmente i cubi, ricondurre i 12 primi numeri al loro posto; potete ricondurre egualmente al suo posto il n. 13. Ma, invece di ottenere invariabilmente, nell'ultima linea, l'ordine 13, 14, 15, otterrete invece una volta sopra due l'ordine 13, 15, 14.

Ora in quest' ultimo caso, potete sempre ricondurre i cubi nell'ordine del quadrato B, il quale è simmetrico di A. Essendovi proposto un caso qua

lunque, potrete dunque risolverlo con una delle due tavole A o B.

Ora, come predire prima, e senza spostare un solo cubo, se il caso proposto riescirà eguale alla disposizione A od alla disposizione B?

15	4	12	2
3	8	11	7
14	5	1	10
9	13	6	

Fig. 184.

7	15	11	8
13	6	1	3
10	14	2	5
12	9	4	

Fig. 185.

Nulla di più facile, se mi prestate un momento tutta la vostra attenzione.

Prendo un primo esempio; metto i cubi fuori della scatola, e li pongo nell'ordine rappresentato dalla fig. 184:

Io dico allora: 1 occupa il posto di 11, 11 quello

di 7, 7 quello di 8, 8 quello di 6, 6 quello di 15 e 15 quello di 1. Seguendo la figura con una matita, il lettore comprenderà con maggiore facilità il ragionamento.

Io formulo questa prima osservazione come segue:

1.ª *serie.* — 1. 11. 7. 8. 6. 15. 1 (6) pari.

Conto il numero dei punti intercalati in questa prima serie, ne trovo 6, e noto (6) fra parentesi.

Chiamo questa prima serie pari, per la ragione che 6 è un numero pari.

Stabilisco per la stessa formola una seconda serie cominciando dal numero 2:

2.ª *serie.* — 2. 4. 2. . . . . . . (2) pari.

Poi una terza, cominciando dal 3:

3.ª *serie.* — 3. 5. 10. 12. 3. . . (4) pari.

Poi una quarta ed ultima, cominciando dal 9:

4.ª *serie.* — 9. 13. 14. 9. . . . (3) dispari.

Chiamo questa quarta serie dispari per la ragione che 3 è un numero dispari.

Ottengo in tal modo 4 serie, di cui il totale dei punti intercalati è precisamente di 15; il che deve essere, perchè nessun cubo si trova ristabilito al suo posto.

Prendo in seguito un secondo esempio (vedi figura 185):

Stabilisco le serie come negli esempi precedenti:

1.ª *serie.* . 1. 7. 1. (2) pari.

2.ª — . 2. 11. 3. 8. 4. 15. 2. (6) pari.
3.ª *serie*. . . . 5. 12. 13. 5 (3) dispari.
4.ª — . . . 9. 14. 10. 9 (3) dispari.

Il totale di queste 4 serie non dà che 14, per la ragione che il cubo 6 non è spostato.

Ecco ora la regola, per predire prima, una volta stabilite le serie, se al caso proposto dovrà essere applicato il quadro A o il quadro B: 1.° non tener conto dei cubi non spostati; 2.° non tener conto delle serie dispari: 3.° non tener conto che delle serie pari.

Se non si trovano di queste ultime, oppure se se ne trovano 2, 4 o 6, il caso si riferirà al quadro A. Trovandone 1, 3, 5 o 7 il caso si riferirà al quadro B.

Applichiamo questa semplicissima regola ai due esempi proposti.

Nel primo troviamo 3 serie pari, è dunque il quadro B.

Nel secondo troviamo 2 serie pari, è dunque il quadro A.

Eccoci dunque in possesso di una regola semplice, rapida ed infallibile, che ci permetterà di predire a quale dei due quadri A o B può essere riferito un caso qualunque.

Non fatemi almeno il torto di pensare che io vi abbia dato questi due casi già preparati. Potrete convincervi da voi stessi dell'esattezza della mia regola proponendovi quanti casi vorrete.

Vi prevengo tuttavia, che la vostra vita intera non basterebbe per verificare questa regola su tutti i casi possibili, poichè quello che voi probabilmente non sapete è che il numero dei casi possibili è eguale al prodotto:

$$2\times3\times4\times5\times6\times7\times8\times9\times10\times11\times12\times13\times14\times15$$

cioè alla cifra immensa di

1 307 674 368 000. Più di un bilione!

IL SOLITARIO.

I nostri padri hanno coltivato spesso con passione questo giuoco oggi alquanto abbandonato. Tuttavia buon numero di persone conoscono ancora oggigiorno il Solitario, di cui l'apparecchio consiste in una tavoletta nella quale si sono praticati, o dei fori destinati a ricevere delle marche, o molto meglio ancora degli alveoli destinati a ricevere delle biglie (fig. 186 e 187).

Il Solitario, che si usa comunemente, contiene 37 caselle (fig. 186); ma si giuoca pure col Solitario a 33 caselle, che non differisce dal primo che per la soppressione di 4 caselle.

Alcuni autori hanno studiato la teoria di questo

giuoco, molto più interessante che non si suppone a primo aspetto. Il dottore Reiss, Carlo Buchonnet [1], il capitano d'artiglieria Hermary [2], pubblicarono sopra questo argomento degli articoli scientifici.

Mi limiterò ad indicare con Piarron di Monde-

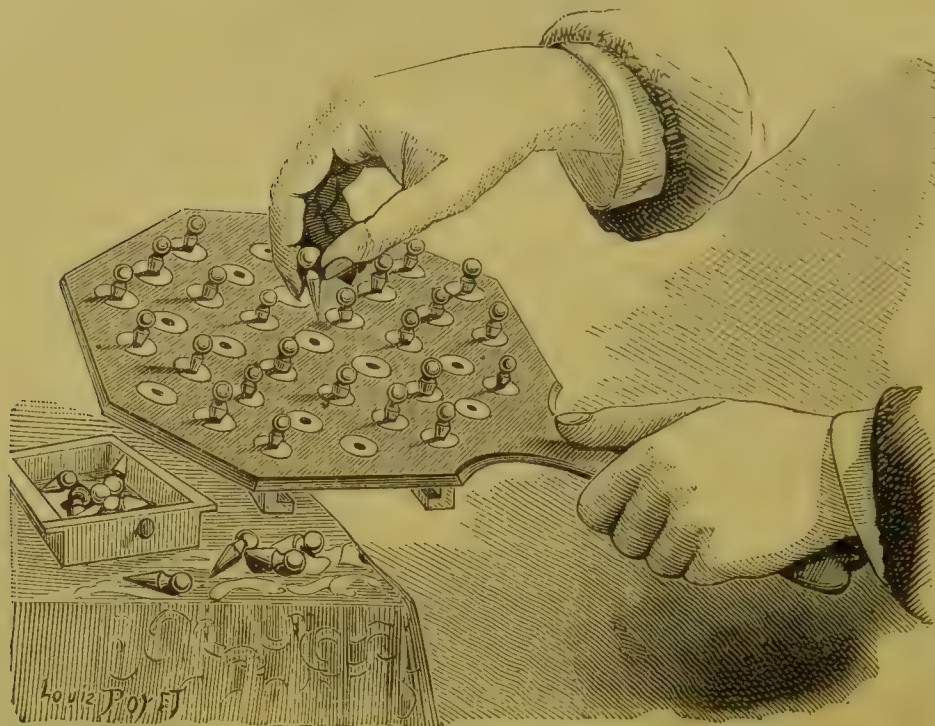



Fig. 186. Il Solitario a marche.

sir due regole pratiche che interesseranno a questo giuoco elegante.

La prima, quella degli *equivalenti*, vi permetterà di giuocare una partita qualunque, che vi sarà pro-

[1] *Nuova Corrispondenza matematica*, tomo III, pagina 234.

[2] *Rendiconti dell'Associazione francese per l'avanzamento delle scienze*. Congresso di Montpellier nel 1879, pagina 284.

posta, e di giungere alla *soluzione finale.* La seconda, quella degli *anelli,* vi permetterà d'indicare preventivamente questa soluzione finale, senza spostare una sola biglia.

Voi già conoscete senza dubbio il meccanismo

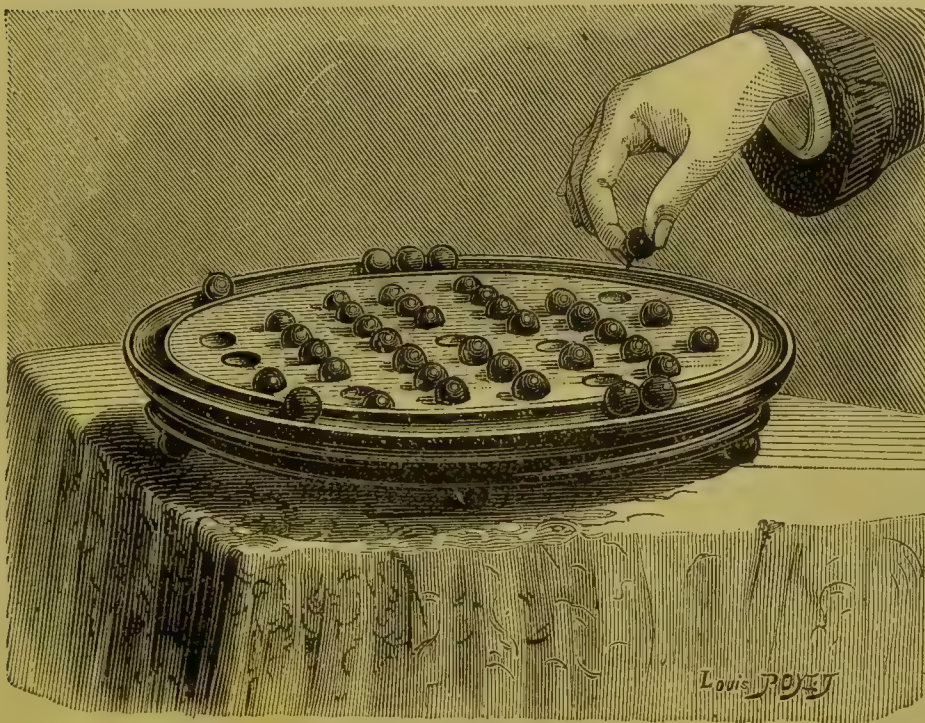



Fig. 187. Il Solitario a biglie.

del giuoco, il quale consiste semplicemente nel far passare una biglia al disopra della sua vicina, non diagonalmente, come si pratica nel giuoco della dama, ma seguendo la linea orizzontale o verticale, sopprimendo la biglia saltata. — L'uso degli equivalenti consiste nel sostituire una biglia con due altre, come ve lo spiego con un esempio (fig. 188).

Supponiamo che dopo aver provato il problema principale del Solitario a 33 caselle, il quale consiste, come certamente sapete, nel riempire tutte le caselle, eccetto quella centrale, ed a fare sparire successivamente tutte le biglie, non lasciandone che

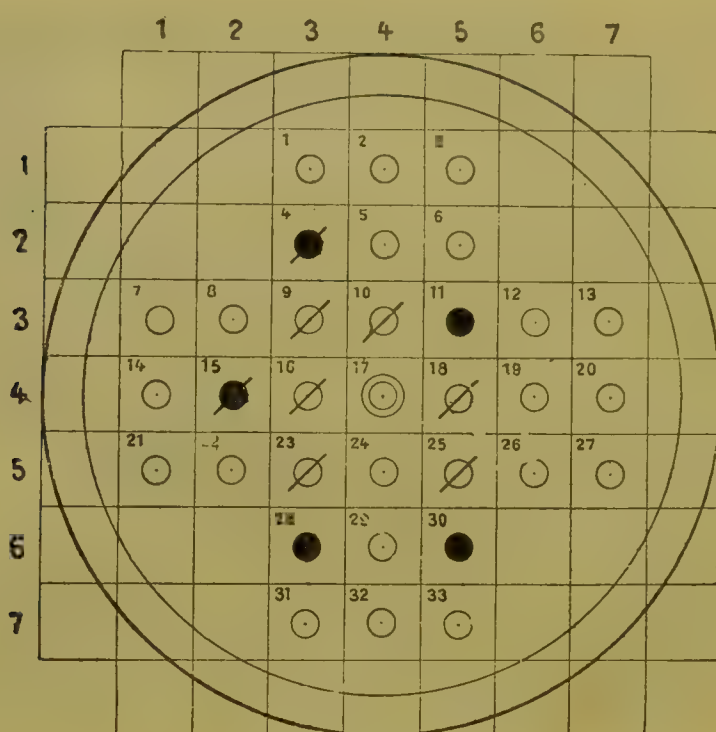



Fig. 188.

una sola nel mezzo, supponiamo, dico, che un giuocatore inesperto sia giunto al sistema irreducibile di 5 biglie sulle caselle 4, 11, 15, 28 e 30.

Per rendere solubile la partita, e per trovare la soluzione finale, sostituisco alla biglia 11 con due equivalenti, 9 e 10, la biglia 28 con due altri, 23 e 16, e la biglia 30, con due altri, 25 e 18. Que-

ste sostituzioni non cambiano in alcun modo il colpo, perchè io posso ricostruirle riprendendo 10 con 9, 23 con 16, e 25 con 18. Risulta però, procedendo in questa guisa, ch'io ho sostituito al sistema irreducibile di 5 biglie, un nuovo sistema

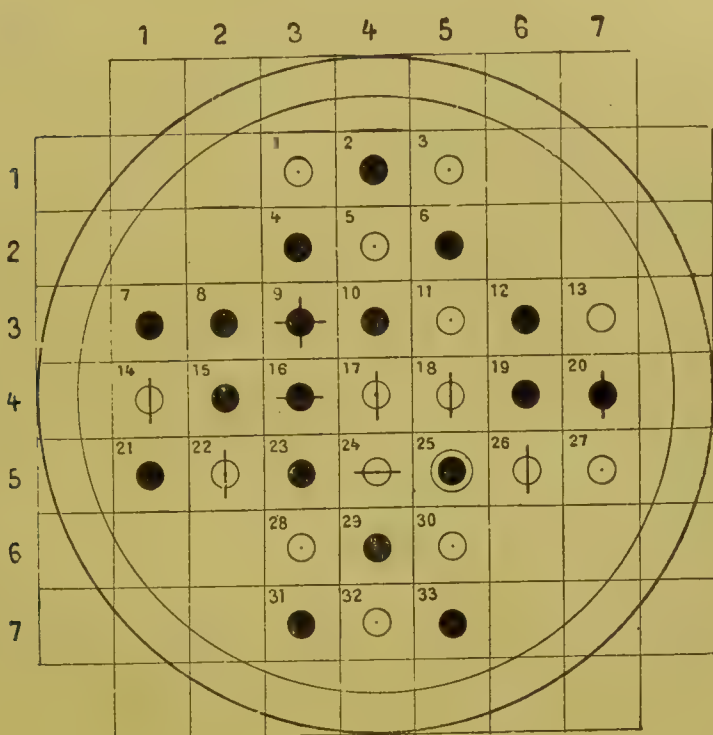



Fig. 189.

composto di 8 biglie, segnate con una linea sulla figura, e che si risolve immediatamente con una sola biglia al centro, la quale costituisce la soluzione finale.

Comprenderete ora che con la regola degli equivalenti voi potrete sempre concentrare il colpo che vi sarà proposto, renderlo solubile, doveste anche

adoperare gli equivalenti a diverse riprese, e giungere alla soluzione finale, che sarà necessariamente: o una sola biglia, o una *coppia* di due biglie collocate diagonalmente, come 9-17, 25-29, ecc., o un sistema di tre biglie, continue su linea retta, come 9-16-23, 4-5-6, ecc., cioè una *terza.*

Non v'ha in realtà, in un Solitario qualunque, che tre soluzioni finali possibili di una partita qualunque: *la biglia unica, la coppia* e *la terza.*

Stabilito questo primo punto, vi indicherò ora quattro trasformazioni di facilissima esecuzione e che derivano dalla regola degli equivalenti:

1.° Sostituzione di due biglie, collocate sopra una stessa linea, e separate da una casella vuota, per mezzo di una sola biglia collocata sopra questa casella. Così nella casella 21, io posso sostituire le due biglie 23 e 25 con una sola in 24.

2.° Soppressione delle terze. Così io posso sopprimere la terza 9-16-23.

3.° Si chiamano *caselle corrispondenti* due caselle situate in una stessa fila e separate da due alveoli.

Se due caselle corrispondenti sono piene, io posso sopprimere le due biglie che le occupano. Così io posso sopprimere 4 e 23.

4.° Io posso ancora trasportare una biglia in una delle sue caselle corrispondenti se questa è vuota. Così io posso trasportare la biglia 10 in 29.

Sono queste quattro trasformazioni che si pos-

sono realizzare con degli anelli, senza spostare le biglie, e che permettono di ricondurre il colpo proposto ad un sistema di tre anelli, o più, compresi nel quadrato centrale del Solitario.

Per applicare la regola degli anelli, basta averne sette di un diametro alquanto maggiore di quello della biglia, ciò che permetterà all'anello di passare la biglia e di coronare l'alveolo.

Applichiamolo ora ad un esempio:

Soluzione a 33 caselle (fig. 189). — *Soluzione finale della biglia unica.*

1.ª fila verticale. Le due caselle 7 e 21 essendo occupate, e la casella intermedia 14 essendo vuota, io colloco . . . . 1 anello sopra 14.

2.ª fila verticale. 8 prende 15 e viene in 22; io colloco . . . . 1 anello sul 22.

3.ª fila verticale. Sopprimo le biglie corrispondenti 4-23 e 16-31; mi rimane una sola biglia in 9. Io colloco . . . . 1 anello sul 9.

4.ª fila verticale. Sopprimo le due corrispondenti 10-29, trasporto 2 in 17, e colloco 1 anello sul 17.

5.ª fila verticale. Sopprimo le due corrispondenti 6-25, trasporto 33 in 18, e colloco 1 anello sul 18.

6.ª fila verticale. 12 prendendo 19 e venendo in 26 colloco . . . . 1 anello sul 26.

7.ª fila verticale. 20 essendo il solo occupato colloco . . . . 1 anello sul 20

(Rimane sottinteso che le operazioni or ora de-

scritte devonsi fare mentalmente senza spostare una sola biglia).

Il colpo proposto si trova così ridotto al sistema dei 7 nelli collocati sulle 7 caselle 14, 22, 9, 17, 18, 26 e 20, le quali sono indicate nella figura con una linea verticale e si trovano tutte comprese nelle tre linee orizzontali n.° 3, 4 e 5.

Opererò ora sopra queste tre file orizzontali, come ho praticato per le 7 file verticali, considerando gli anelli come biglie.

3.ª fila orizzontale. Ritrovo e lascio 1 anello sul 9.

4.ª fila orizzontale. I due anelli corrispondenti 17-20 si distruggono, li sopprimo, trasporto l'anello 14 in 17, prendo 17 con 18 che viene in 16, e lascio un anello su 16.

5.ª fila orizzontale. Trasporto l'anello 26 in 23, prendo 23 con 22 che viene in 24 e lascio 1 anello in 24.

(Resta sottinteso che le operazioni sopra descritte, riferibili agli anelli, debbono realmente effettuarsi; il che è possibile senza spostare una sola biglia).

La partita proposta si trova in tal modo ridotta al sistema di tre anelli 9, 16 e 24, compresi tutti e tre nel quadrato centrale ed occupanti una orizzontale diversa. Essi sono distinti nella figura con una linea orizzontale.

È cosa facile il vedere ora che l'anello 9 sosti-

tuisce gli anelli 16 e 24 e viene in 25. Allora non mi rimane altro che un solo anello in 25 distinto da un circolo concentrico, e che costituisce la soluzione finale della *biglia unica*.

Potete giocare la partita, applicando la regola degli equivalenti, e giungerete necessariamente ad una sola biglia in 25.

Eccovi ora s'io mi sono fatto comprendere abbastanza, con questo esempio, capaci non solamente di fare arrivare una partita qualunque alla sua soluzione finale, applicando la regola degli equivalenti, ma ancora da predire prima questa soluzione finale, applicando la regola degli anelli, e senza scomporre una sola biglia. Con un poco di esperienza, potrete servirvi anche degli anelli.

Un giuoco fatto coi dadi. — Questo giuoco che colpisce sempre coloro alla cui presenza viene fatto per la prima volta è fondato sopra un calcolo abbastanza semplice. Poche persone si rendono conto preciso del modo in cui sono disposti i punticini neri sulle sei faccie di un dado per giuocare, e molti credono che sieno disposti in modo indifferente. Ma non è così.

Questi punti sono disposti secondo un certo metodo e la loro disposizione è tale che sommando i punti di due faccie opposte si ottiene sempre 6.

Su questo fatto si fonda il giuoco che si fa

con due dadi, epperciò si troverà 14 come numero totale di punti delle faccie opposte.

Così stando le cose eccovi come si adopera: Dopo di aver gettato i dadi sulla tavola e fatto notare i punti ottenuti, 6 per esempio, si pigliano i dadi fra l'indice ed il pollice (fig. 190). Il giocatore conosce facilmente, con una sottrazione il numero che si trova dall'altra parte, 9; ma ha cura di non dirlo. Egli rivolta rapidamente la mano facendole assumere la posizione indicata nella figura n. 1; ma durante questo movimento fa girare i dadi di un quarto di giro fra le dita sollevando leggermente il pollice ed abbassando un poco l'indice come indica la fig. 4; fa vedere agli spettatori un punto, per esempio 8, che quelli credono essere il punto di sotto, ma che in realtà è quello di una delle facce laterali.

Bisogna verificare bene questo punto, quindi si ripiglia la posizione primitiva, n. 1, e durante questo movimento si farà girare i dadi in direzione contraria, abbassando leggermente il pollice e sollevando l'indice, così da riportarli nella posizione primitiva (si riesce presto a fare questo movimento rapidamente mentre si fa un movimento del braccio, così che non sia notato dagli spettatori) allora il giuocatore dice: " Vi ho fatto vedere che il punto che sta sotto è 8; ma noi cambieremo questo numero. Vogliamo che vi sia un punto di più „ e

prega uno degli spettatori di battere un colpettino sopra i dadi, come per aggiungervi un altro punto, e quindi li pone di nuovo sulla tavola osservando come non faccia nessun movimento per rivoltarli e che il punto di sotto deve necessariamente es-

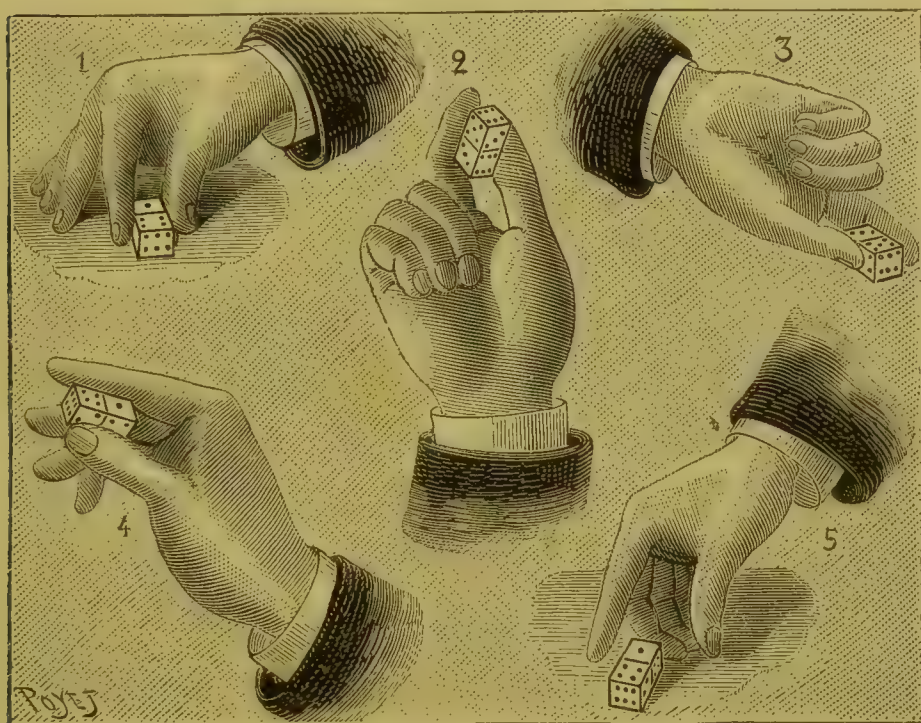



Fig. 190. Il giro di dadi. Figure esplicative.

sere ancora quello stesso che era al principio. Finalmente egli invita qualcuno a rivoltare egli stesso i dadi e si vede con meraviglia che il punto è 9 e non 8, come appariva prima.

Egli è evidente che in certi casi, invece di aggiungere uno o più punti, bisogna levarne. Se per esempio al principio si ha 12 ed il *falso* punto di-

mostrato è 9, siccome si sa che il vero punto che si trova sotto è 2, si pregherà la persona invitata a levare sette punti col tocco del suo dito invece di aggiungerne.

Finalmente vi sono certe posizioni dei dadi in cui il giuoco non si può fare; quando il *falso* ed il *vero* punto sono uguali. Così allorchè il punto di sopra è 10=6+4, in modo che la faccia laterale che è contro il pollice dia il doppio di 5 si avrà il falso punto 4 (doppio 2) ed il vero punto sarà 4 (3+1).

In questo caso non si potrà proporre di aumentare e di sottrarre dei punti a quello che si è fatto vedere, cioè al falso punto.

È allora giocoforza ricorrere ad uno dei mille sotterfugi di cui non mancano i prestigiatori quando si trovano nell'imbarazzo. Ve ne ha uno semplicissimo che consiste nel far le viste di lasciar cadere per isbaglio i dadi e nel ricominciare il giuoco.

Come si vede, questo giuoco si fonda tutto sulla prestezza con cui si fa un movimento, cosicchè il pubblico non se ne avveda.

La torre di Hanoï e la questione del Tonchino. — Questo giuoco, che ebbe grande voga, è fatto di una scatola di cartone su cui sta scritto: *La torre di Hanoï*, vero rompicapo annamita, portato dal Tonchino dal celebre professore Claus (di Siam), mandarino del collegio Li-Su-Stian.

È un vero rompicapo interessante. Fu il Parville il primo a parlare della *torre di Hanoï*, e noi daremo la sua spiritosa descrizione.

Si narra che nel grande tempio di Benares, al disotto della cupola che corrisponde al centro del mondo [1], si trovano tre aste di diamante, alte come il gomito e grosse come il corpo di un' ape, impiantate in una lastra di bronzo.

Sopra una di queste aste Dio infilò, al principio dei secoli, sessantaquattro dischi d'oro, di cui il maggiore posava sul bronzo e gli altri sempre più piccoli, erano sovrapposti. Questa è la torre di Brahma. Notte e giorno, continuamente, i sacerdoti si succedono, occupati a far passare la torre dalla prima asta alla terza, mantenendo le regole fissate da Brahma. Il sacerdote non può muovere più di un disco per volta e non può porlo che sopra un' asta libera o sopra un disco più grande; allorchè, seguendo religiosamente questo precetto, i sessantaquattro dischi saranno fatti passare dall' asta dove Dio li mise sopra la terza, la torre ed i bramini cadranno in polvere e sarà la fine del mondo.

Questa leggenda inspirò il mandarino Li-Su-Stian. La torre di Hanoï è la torre di Brahma, solamente le aste di diamante sono sostituite da

[1] S' intende secondo la geografia annamita. Del resto, la terra essendo una grossa sfera, si può dire che gli antichi geografi annamiti non avevano torto, poichè ogni punto della terra consideravano come centro dell'orizzonte.

tre chiodi ed i dischi d'oro da volgari rotelle di legno (fig. 191), cosicchè il gioco è veramente eco-

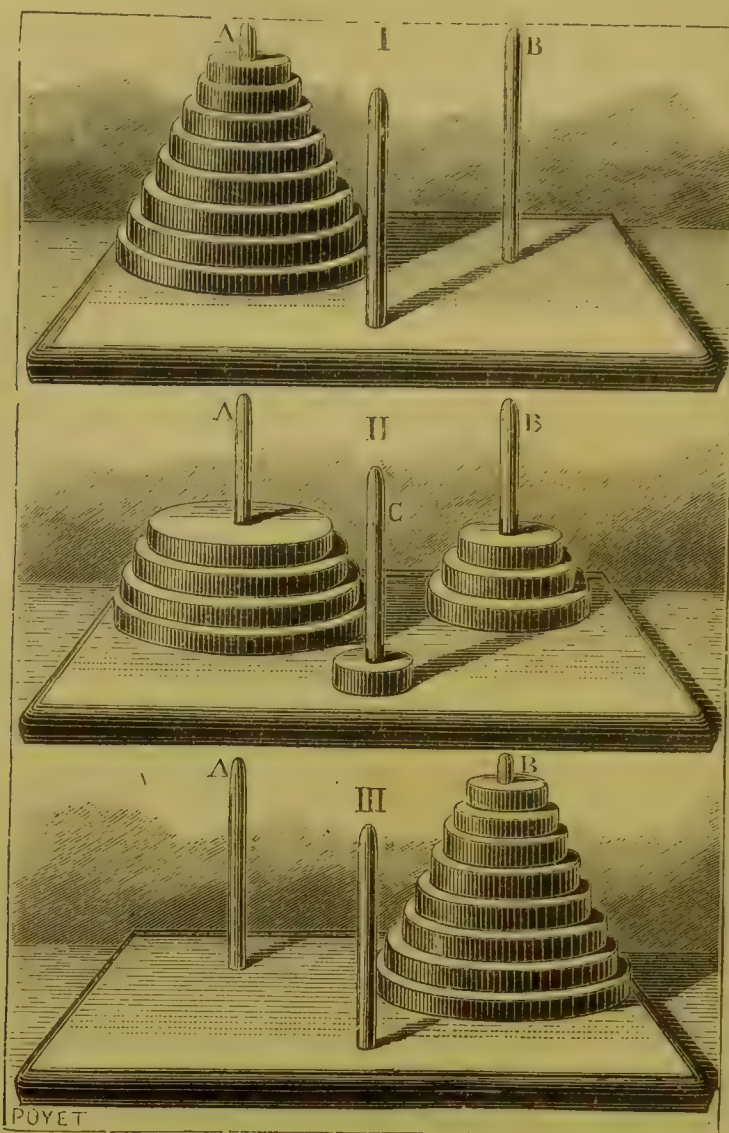



Fig. 191. Giuoco della torre di Hanoï.

I. Principio del giuoco. – II. Giuoco in esecuzione; i dischi vengono successivamente posti sulle aste ABC in ordine decrescente. – III. Fine della partita.

nomico. Le rotelle di legno decrescenti sono in numero di 8 e ce ne è abbastanza; ma operando, come fanno i bramini, con una torre di 64 piani o gradini

converrebbe eseguire appena un numero di movimenti espresso dal numero

18, 446, 744, 075, 651, 613

numero colossale, che abbisognerebbe di non meno di cinque miliardi di secoli di lavoro continuo.

Con 8 dischi sono necessari 255 movimenti; cioè, impiegando un minuto secondo per ciascun movimento, non meno di 4 minuti per ricostrurre la torre. Per 3 dischi occorrono 7 movimenti, cioè il doppio più uno, per 4 dischi 15 mosse, cioè il doppio più uno, e così di seguito.

Per trasportare le 8 girelle si trova così facilmente che sono necessarie 255 mosse.

Questo giuoco ingegnoso è fondato sul problema elementare delle combinazioni. Newton ne diede una formola generale conosciutissima col nome di *Binomio di Newton;* ma gli antichi, molto prima di lui, avevano saputo trovare l' esatta espressione del numero delle combinazioni possibili con undici lettere dell'alfabeto.

Il numero delle combinazioni possibili con 4 lettere è uguale a 2×2 diminuito dell'unità, cioè $2^4—1$ con 5 lettere è $2^5—1$ e così di seguito. Perciò con 8 dischi si avrà $2^8—1=255$ una torre di 9 dischi abbisognerebbe di $2^9—1=513$ movimenti, ecc.

La torre di Hanoï ci ha ricordato il giuoco del *baguenaudier* molto diligentemente studiato insieme ad altri giuochi curiosi in un' opera originale: *Le*

ricreazioni matematiche del signor Edoardo Lucas, professore al Liceo San Luigi.

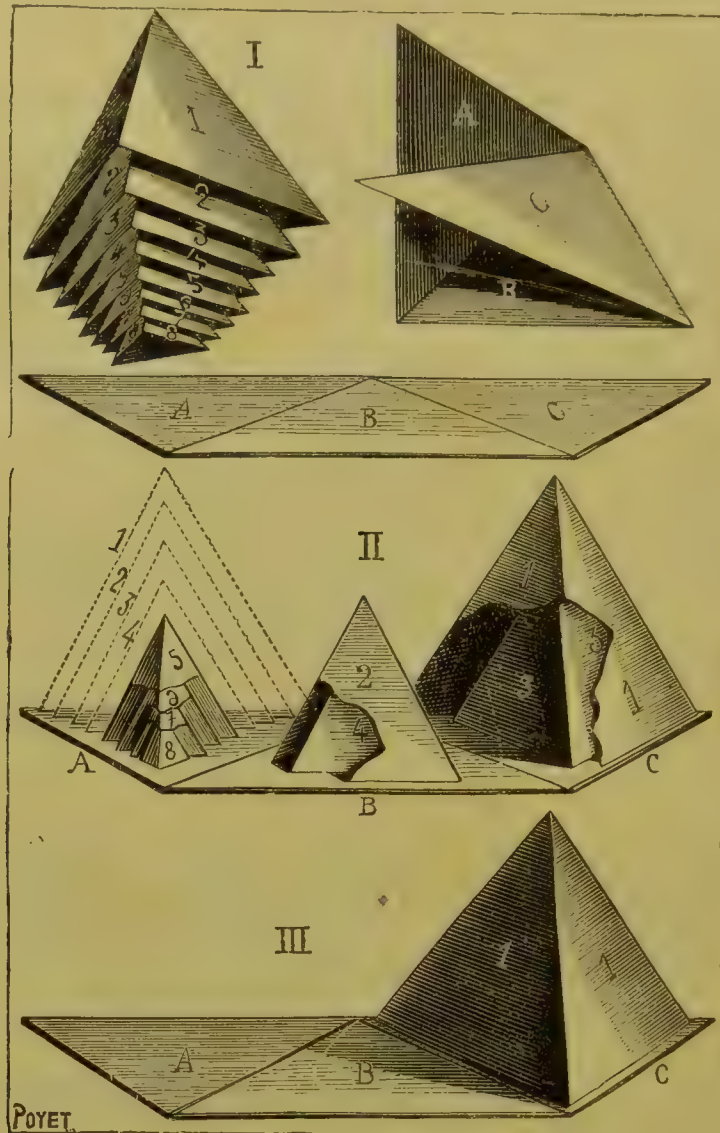



Fig. 192. Giuoco della quistione del Tonchino.

I. Piramidi di cartone decrescenti da 1 a 8, col loro sostegno ABC. – II. Figura rappresentante la sovrapposizione delle piramidi che si devono far passare da A in B e in C. – Fine del giuoco; le piramidi ricostruite in C.

Questo ricordo mi venne molto opportunamente. Il proverbio dice che assai spesso noi ci inganniamo

da noi stessi. Un mandarino che immagina un giuoco fondato sulle combinazioni deve pensare continuamente alle combinazioni, e vederne e metterne un po' dappertutto. Ora se noi cambiamo le lettere dell'inventore della torre di Hanoï mi sembra che si possa tradurre, senza la menoma difficoltà: *N. Claus (di Siam)* mandarino del collegio Li-Su-Stian: Lucas d'Amiens, professore al collegio San Luigi.

Ho dunque risolto anche io il mio problema?

Dopo che venne immaginata la torre di Hanoï si trova nei negozi di trastulli un gioco affatto simile, designato col nome di questione del Tonchino o di giuoco dei cappelli chinesi.

Questo giuoco è fatto di tante piramidi di cartone che si possono sovrapporne come dimostra la fig. 192 e che si debbono trasportare a mo' dei dischi.

Il segreto d'un imballatore. — Questo giuoco ingegnosissimo consiste in una scatola di cartone che contiene dodici girelle di legno duro che vi si trovano contenute liberamente come si vede alla parte superiore della fig. 193.

Il problema che si deve risolvere colle dodici rotelle è:

Disporre le rotelle nella scatola in maniera da immobilizzarle senza l'aiuto di un altro corpo, cosicchè si possa agitare la scatola, capovolgerla an-

che col coperchio levato senza che nessuna delle rotelle ne cada, la maniera di porre le rotelle consiste nel metterle tutte tangenti l'una all'altra così

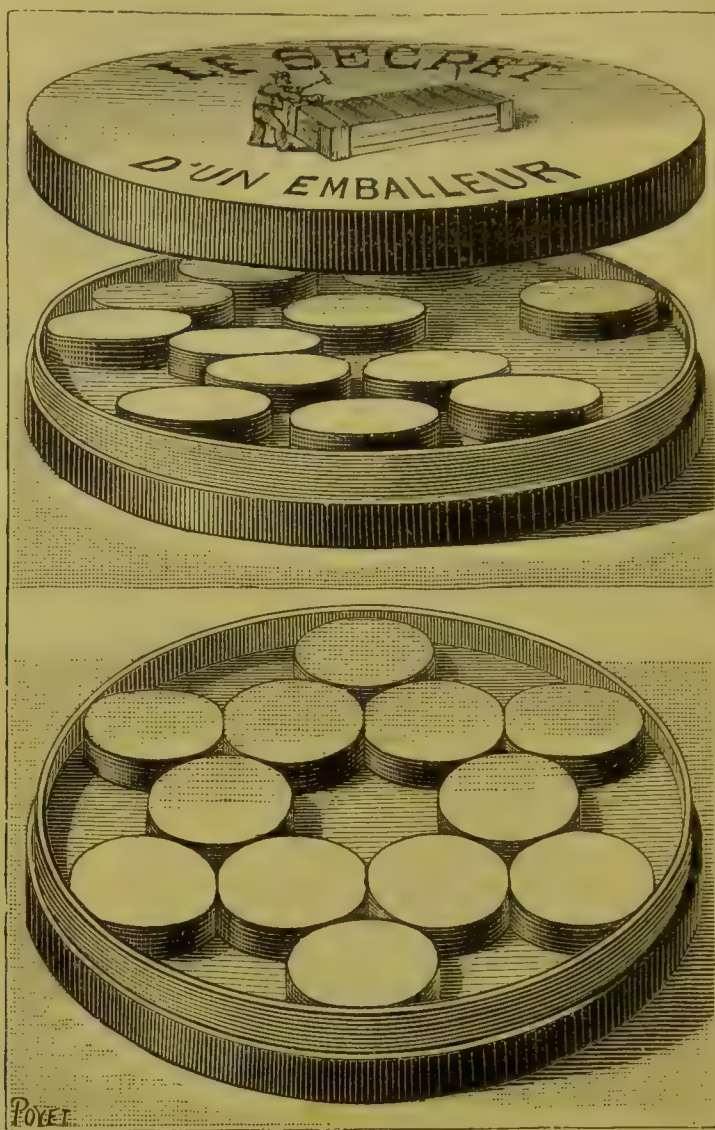



Fig. 193. Un giuoco matematico. — Il segreto di un imballatore.

che le sei rotelle dal primo giro siano tangenti alla superficie interna della scatola. Il problema sarà risolto colla disposizione rappresentata nella parte inferiore della figura.

Tutte le rotelle di legno si tengono per l'elasticità della scatola, che può essere agitata senza che alcuna delle rotelle ne esca.

Per disporre così le rotelle bisogna cominciare in un certo modo e questo sarebbe *il segreto.* La fig. 194 fa vedere come si debba lavorare.

Si metta nella scatola una rotella, se ne dispon-

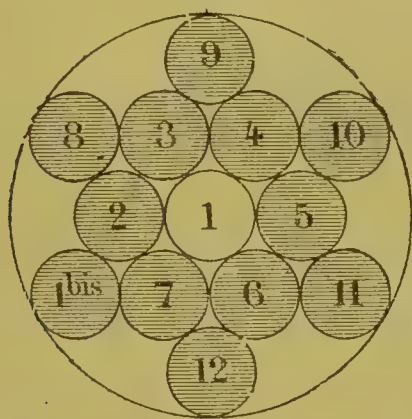



Fig. 194. Figura schematica esplicativa.

gano attorno sei altre, si pone la mano sinistra di piatto su questa rosetta, cosicchè possa muoversi tutta senza spostarsi nella sua disposizione. Dopo si pongano le rotelle 8, 9, 10, 11, 12, che devono toccare tutte la circonferenza interna della scatola. Si leva allora la rotella 1 e si colloca al posto vacante 1 *bis.* Le dodici rotelle rimarranno ferme ed il problema sarà così risolto.

Capitolo V.

LA CHIMICA SENZA LABORATORIO.

Abbiamo, in un precedente capitolo, dimostrato la possibilità di fare un corso di fisica senza apparecchi; tentiamo ora d'insegnare ai nostri lettori il modo di eseguire alcuni esperimenti di chimica senza laboratorio, coll'aiuto soltanto di un numero limitato di apparati semplici e di poco valore. La preparazione dei gas come l'idrogene, l'acido carbonico, l'ossigene, è molto facile ad effettuarsi con poca spesa; non ne parleremo qui allo scopo d'indicare principalmente una serie d'esperimenti meno conosciuti.

Cominceremo per esempio a citare un esperimento interessante che si eseguisce generalmente nei corsi di chimica.

Il gas ammoniaco, combinato con gli elementi dell'acqua, sembra essere analogo ad un ossido me-

tallico che conterrebbe un radicale metallico, l'*ammonium*. Questo metallo ipotetico, composto, può in certo modo essere scôrto, poichè è possibile amalgamarlo col mercurio operando nel modo seguente:

Si prende un mortaio di porcellana, in cui si versa una piccola quantità di mercurio; si taglia a fette sottili del sodio che si getta sul mercurio; agitando col pestello, la mescolanza fa sentire uno scoppiettìo abbastanza forte accompagnato da una fiamma che avvisa colla sua presenza l'unione del mercurio e del sodio, la formazione di un amalgama di sodio. Se si pone quest'amalgama di sodio entro un tubo di vetro sottile contenente una soluzione concentrata di cloridrato d'ammoniaca nell'acqua, si vede il mercurio gonfiarsi in modo straordinario, traboccare sotto forma di pasta metallica abbondantissima e scaturire all'estremità del tubo, diventato troppo piccolo per contenerlo (fig. 195). In seguito all'ipotesi di cui abbiamo tenuto parola ai lettori, l'*ammonium*, il radicale che esisterebbe nei sali ammoniacali, si sarebbe amalgamato in questo esperimento col mercurio, abbandonando il sodio al quale erasi precedentemente combinato; l'ammonio così unito al mercurio, non tarda a decomporsi in gas ammoniaco ed in idrogene, ed il mercurio riprende la sua forma ordinaria.

Fra i sali ammoniacali, il *fosfato d'ammoniaca* è prezioso per la proprietà ch'egli possiede di rendere

incombustibili le stoffe più leggiere, come il velo e la mussolina. Immergete della mussolina in una soluzione di fosfato d'ammoniaca e fatela seccare al contatto dell'aria; ciò fatto, vi sarà impossibile di far ardere questa stoffa, che avrebbe preso fuoco così

Fig. 195. Esperimento dell'ammonio.

facilmente prima; potrete carbonizzarla, ma tenterete sempre inutilmente di farla ardere colla fiamma. Sarebbe desiderabile che questa proprietà singolare fosse messa a profitto per gli abbigliamenti da ballo, che hanno sì spesso causato delle conseguenze terribili in seguito alla loro facile accensione. Nessun pericolo d'incendio con una veste imbevuta di fos-

fato d'ammoniaca, sale comunissimo che si vende a prezzo assai mite da tutti i fabbricanti di prodotti chimici.

Se volete bere fresco in estate, i sali ammoniacali ve ne daranno il mezzo: *il nitrato d'ammoniaca* mescolato col suo peso d'acqua produce un abbassamento di temperatura di 24 gradi centesimali, e può in tal modo servire a fabbricare facilmente del ghiaccio. L'*alcali volatile,* il quale preserva così bene dagli inconvenienti delle punture degli insetti, è una soluzione di gas ammoniaco nell'acqua; il *sale volatile d'Inghilterra,* il cui odore acuto rianima quelli colpiti da malore, è un carbonato d'ammoniaca.

Si vedono sovente presso i farmacisti delle gigantesche bottiglie di vetro di cui le pareti interne sono tutte coperte di cristalli bianchi, trasparenti e setolosi, della più bella apparenza, che si formano sopra una polvere rossa collocata in fondo al vaso. Questi cristalli non sono altro che il risultato di una combinazione del cianogene coll'iodio.

L'ossigeno. — Gli antichi consideravano l'acqua, l'aria, la terra ed il fuoco come corpi semplici. Invece questi corpi sono tutti corpi composti, eccetto il fuoco, che non è un corpo ma un fenomeno fisico dei corpi riscaldati. L'acqua, per esempio, è fatta da due gas, l'ossigeno e l'idrogeno.

Per preparare dell'ossigeno basta riscaldare in

una piccola provetta di vetro [1] un miscuglio di clorato di potassa e di perossido di manganese in polvere.

L'ossigeno è il gas che mantiene la respirazione degli animali e la combustione. Nell'ossigeno puro

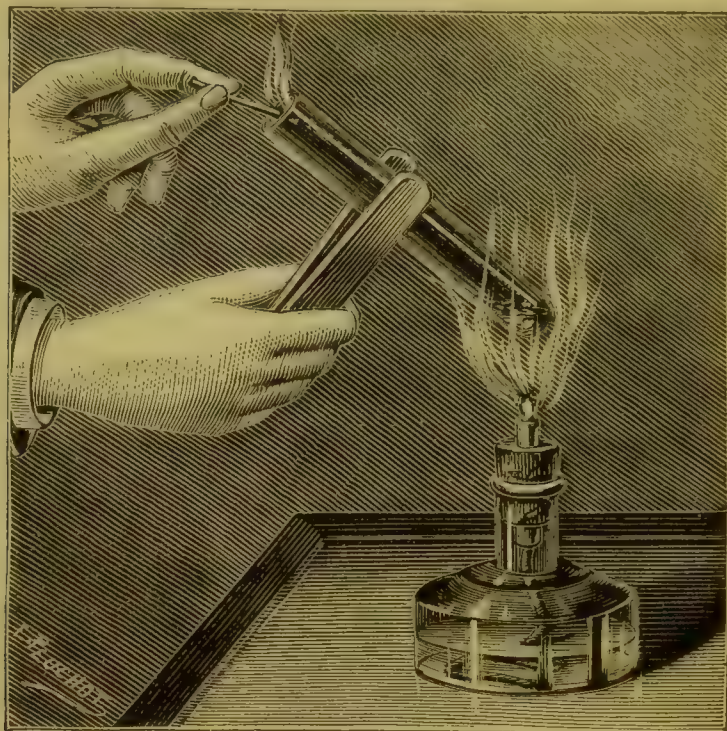



Fig. 196. Preparazione dell'ossigeno.

la combustione si fa attivissima. Perciò appena avremo riscaldato per pochi minuti il tubo, noi riconosceremo che si svolge dell'ossigeno avvicinando all'apertura un fiammifero semispento.

Sotto l'influenza dell'ossigeno il fiammifero si ac-

[1] Si vendono per 10 centesimi da tutti i farmacisti.

cende. Anche un sigaro acceso, avvicinato alla bocca del tubetto, si accende subito con una bella fiamma.

Il clorato di potassa è un corpo che contiene molto ossigeno e che lo cede facilmente.

Mescolando un poco di clorato di potassa con dello zucchero ed avvicinandovi una fiamma si vedrà accendersi e bruciare rapidamente, come la polvere.

Chi farà questa esperienza vedrà che la fiamma è d'un bel colore violaceo. Questo colore è prodotto dal metallo potassio che si trova nel clorato di potassa.

I differenti metalli, anche nelle loro combinazioni, coloriscono differentemente le fiamme, e la piroctenica si serve di questa proprietà dei composti metallici per ottenere le sue belle luci colorate mescolando questi composti colla polvere.

Un cannello ferruminatorio alla portata di tutti. — Il cannello ferruminatorio di cui si servono i chimici ed i naturalisti per le loro analisi e gli orefici per saldare gli oggetti d'oro e d'argento, è una semplice modificazione del soffietto.

Si soffia col cannello dell'aria pura, cioè che non proviene dai polmoni[1], sopra di una fiamma e si ottengono delle elevatissime temperature.

[1] L'abilità sta appunto nel far passare direttamente l'aria del naso alla bocca.

Per trattenere il vapore d'acqua il cannello ha una *camera* speciale in cui questo vapore si raffredda e si condensa in acqua liquida.

Si può avere un cannello a buon mercato.... con una pipa di gesso. In questo caso il vapore è assorbito in gran parte dalla pipa stessa. Si ottiene così (fig. 197) una fiamma a dardo caldissima, e lasciando cadere, con una cartolina, della limatura di ferro in questa fiamma, questa sotto l'influenza del calore e dell'ossigeno si accende ed abbrucia veramente, cambiandosi in ossido di ferro.

Fig. 197. Limatura di ferro che brucia in una corrente d'aria.

L'idrogeno. — Per preparare l'idrogeno ci serviremo di un ampolla (fig. 198) dal largo collo, chiuso con un tappo traforato munito di un pezzo di tubo di vetro; in fondo all'ampolla si metteranno dei frastagli di zinco B; quindi l'ampolla sarà riempita per i $^2/_3$ di una soluzione di acido solforico A. Immediatamente l'acqua si decompone, mettendo in

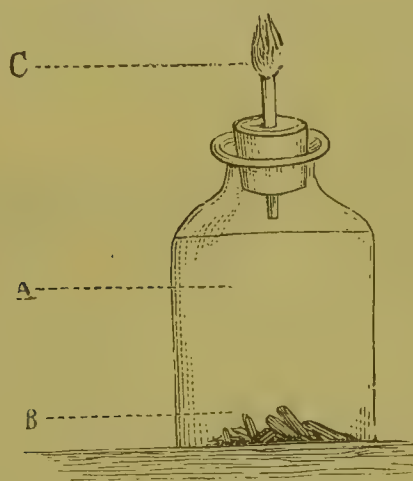



Fig. 198. Lampada filosofica.
A. Soluzione di acido solforico. — B. Zinco. — C. Fiamma.

libertà il suo idrogeno, e dopo un po' di tempo si potrà accendere il getto di gas che ne esce C, e si otterrà una fiammella azzurra appena visibile ma caldissima.

Poichè è facile che in principio si sviluppi molto idrogeno ed il liquido gorgogli fuori, sarà prudente di collocare l'ampolla dentro un piatto, affinchè il liquido acido non si sparga.

Acido carbonico. — L'aria è principalmente fatta di un miscuglio di ossigeno con azoto; che è un gas inattivo in cui si spengono, se è puro, i corpi accesi; ma contiene pure una piccola proporzione di acido carbonico. L'acido carbonico può essere ottenuto facilmente col mezzo del bicarbonato di soda e dell'acido tartarico [1].

Ecco intanto un curioso esperimento che dipende dalla densità di questo gas e dalla legge di equilibrio dei corpi galleggianti.

Si piglia un largo vaso di vetro, per esempio una campana, che ci ingegniamo, con un treppiede od altro, di tenere rovesciata.

Si depone sul fondo di questa campana un miscuglio di bicarbonato di soda e di acido tartarico in polvere, sotto forma di uno strato sottile.

La quantità di questa polvere che si dovrà adoperare sarà varia secondo la grandezza della campana e l'altezza della colonna di acido carbonico che si vuole ottenere.

Ci fonderemo sul dato che il bicarbonato di soda contiene la metà del suo peso di acido carbonico e che per conseguenza bisogna decomporre 4 grammi di carbonato per produrre un litro di acido carbonico.

[1] Così infatti si ottengono le limonate spumanti, e tutte le bevande cosidette effervescenti, in cui il gas pizzicante che si sprigiona è appunto acido carbonico.

Si pone sull'apertura della campana di vetro un foglio di cartone della grandezza voluta per coprirla esattamente. Il centro di questo cartone è forato così da lasciar passare un tubo abbastanza

Fig. 199. Bolla di sapone gonfiata d'aria, fluttuante alla superficie del gas acido carbonico.

lungo perchè possa arrivare al fondo rimanendo ancora per un certo tratto fuori dell'apertura. Per questo tubo, col mezzo di un piccolo imbuto, si fanno arrivare sul fondo della campana delle piccole quantità d'acqua a poco a poco, affinchè lo

sviluppo del gas non avvenga tumultuosamente, finchè la polvere sia coperta d'acqua. Quando cessa di prodursi dell'acido carbonico si solleva il tubo.

Intanto avrete preparato dell'acqua di sapone o, meglio ancora, il liquido *glicerico di Plateau*[1].

Con uno di questi liquidi si soffia una bolla del diametro di 10 centimetri all'estremità di un tubetto che deve essere tenuto verticalmente portando la bolla sopra del cartone, che viene ritirato con precauzione, facendolo muovere sopra gli orli del vaso; quindi si distacca la bolla dal tubo, facendola cadere secondo l'asse della campana. Se questa caduta avviene da una certa altezza la bolla saltella come se fosse risollevata da una molla, e fa parecchie oscillazioni, finchè si ferma. Allora si rimetterà a posto il coperchio di cartone affinchè non si produca dell'agitazione nella campana (fig. 199).

La bolla di sapone rimane immobile e galleggia sopra l'acido carbonico.

L'acido carbonico è infatti molto più pesante dell'aria, di cui venne riempita la bolla.

Si potrá preparare dell'acido carbonico entro un grande bicchiere nel modo che abbiamo indicato

[1] Questo liquido si prepara nel modo seguente: Facciasi disciogliere ad un dolce calore una parte di sapone di Marsiglia in 40 parti di acqua distillata; dopo che la soluzione si è raffreddata si filtra e si aggiunge un volume di glicerina per tre volumi di liquido. Dopo 24 ore di riposo si filtra di nuovo e si aggiunge un altro volume di glicerina.

e quindi, adoperandolo con cura, versare questo acido carbonico in un altro bicchiere, così come si verserebbe dell'acqua. Se quest'esperienza venne fatta con lentezza, si troverà che l'acido carbonico è passato nell'altro bicchiere.

Infatti introducendo un fiammifero acceso nell'altro bicchiere, immediatamente si spegne, perchè l'acido carbonico non mantiene la combustione.

Nulla havvi di più facile della preparazione dell'*joduro di cianogene,* corpo molto volatile, il quale ha una grande tendenza ad assumere una forma cristallina definitiva. Basta polverizzare in un mortaio una miscela formata di 50 grammi di cianuro di mercurio e di 100 grammi di jodio; in seguito all'azione prolungata del pestello, la polvere, brunastra sul principio, assume una sfumatura rosso-vermiglione della più grande vivezza. Il cianogene s'impossessa dell'jodio, ed il risultato della combinazione si trasforma in vapore con una grande rapidità. Se chiudete questa polvere rossa nel fondo di un vaso di vetro turato, i vapori d'joduro di cianogene non tarderanno a condersarsi, dando quasi immediatamente origine a bellissimi cristalli che raggiungono talvolta una grande lunghezza (fig. 200).

Il cianogene forma, col solfo, un corpo interessante, il *solfocianogene,* sulle proprietà del quale noi non potremmo insistere senza oltrepassare il

limite del quadro; ci limiteremo a segnalare una delle sue combinazioni, conosciutissima, in seguito alle singolari proprietà possedute. Noi intendiamo parlare del *solfocianuro* di mercurio, col quale si preparano quei piccoli coni combustibili, general-

Fig. 200. Joduro di cianogene.

mente noti sotto il pomposo nome di *serpenti di Faraone.*

Per ottenere la sostanza in discorso, si versa del *solfocianuro* di potassio in una soluzione allungata di nitrato acido di mercurio; si forma un precipitato abbondante di solfocianuro di mercurio. Esso consiste in una polvere bianca, combustibile, che,

dopo essere stata raccolta in un filtro, deve essere trasformata in una pasta mercè una triturazione

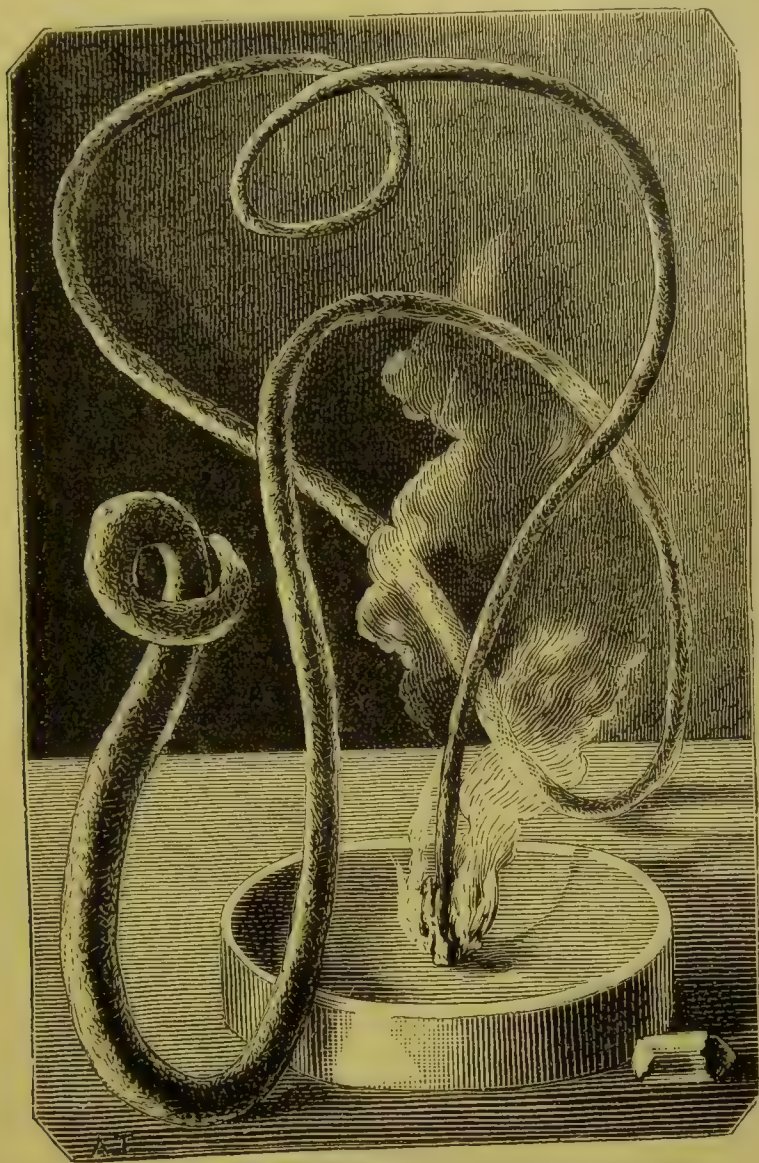



Fig. 201. Serpente di Faraone.

nell'acqua gommata. La pasta, addizionata di una piccola quantità di nitrato di potassa, poi modellata in forma di cono oppure in cilindri di tre cen-

timetri circa d'altezza, è completamente essicata a bagnomaria. Una volta secca, l'*uovo* così ottenuto è pronto per schiudersi sotto la semplice azione di un fiammifero acceso, ed il fenomeno si produce immediatamente. Il solfocianuro si gonfia poco a poco, il cilindro si allunga a vista d'occhio e si trasforma in una materia giallastra che si dilata, si stende raggiungendo perfino una lunghezza dai 50 ai 60 centimetri. Si direbbe un vero serpente, che nasce istantaneamente, per attortigliarsi in spire tortuose e fuggire dalla angusta prigione in cui era rinchiuso (fig. 201).

Il residuo è in parte formato di cianuro di mercurio e di paracianogene; costituisce un prodotto velenoso che deve essere distrutto o bruciato. Esso è friabile a cade facilmente in polvere sotto il solo contatto delle dita. Durante la decomposizione del solfocianuro di mercurio, si sprigiona una grande quantità di acido solforoso, ed è da deplorare che il serpente di Faraone annunci la sua apparizione con un odore soffocante disgustosissimo.

Dopo questi pochi esperimenti preliminari tenteremo di far apprezzare l'interesse che può offrire lo studio della chimica quando viene applicata alle sostanze le più usuali. Prenderemo come esempio la storia di alcuni pizzichi di sale.

Si sa che il *sale da cucina,* o *sale marino,* è bianco o grigio, secondo il suo grado di purezza,

ch'egli è dotato di un sapore particolare, che è solubile nell'acqua, e che fa sentire, gettandolo sui carboni ardenti, un rumore particolare chiamato *scoppiettìo.* Ma se non s'ignorano quali sono le sue principali proprietà fisiche, non si è però abbastanza istruiti sulla sua natura chimica, sulla sua composizione elementare.

Il sale da cucina contiene un metallo unito ad un gas verdastro dotato di un odore soffocante; questo metallo è il *sodio,* questo gas è il *cloro.* Il nome scientifico della sostanza che figura sopra tutte le nostre tavole è *cloruro di sodio* [1].

Il metallo contenuto nel sale ordinario non rassomiglia per niente ai metalli propriamente detti; esso è bianco come l'argento, ma si offusca immediatamente al contatto dell'aria, e si combina coll'ossigene, trasformandosi in *ossido di sodio* o *soda caustica.* Per conservare questo metallo singolare, è necessario tenerlo lontauo dall'azione atmosferica, e rinchiuderlo in una bottiglia ripiena d'olio di nafta.

[1] Cio dicasi pure di un gran numero di altri prodotti volgari, come l'argilla, il mattone, ecc., di cui la chimica ha saputo svelare la costituzione. L'argilla, l'ardesia, lo schisto, contengono un metallo diventato prezioso in seguito alle sue applicazioni industriali, l'*alluminio;* i mattoni, i rottami di pietre che ingombrano da ogni parte i luoghi abitati sono formati con un metallo unito a carbone e ad ossigeno, il *calcio.* La pietra che forma il selciato delle vie è composta di *silicio,* corpo metallico unito ad ossigeno; ed il solfato di magnesia, che entra nella composizione della limonea purgativa, contiene ancora un metallo, il *magnesio.*

Il sodio è molle, si può, con un paio di forbici, tagliarlo come si farebbe con una pallottola di mollica di pane impastata fra le dita.

Esso è più leggiero dell'acqua, e quando si getta in un vaso pieno di questo liquido galleggia come un pezzo di sughero; soltanto si agita, ed assume la forma di una piccola sfera brillante; una violenta effervescenza si produce sul suo cammino, poichè esso decompone l'acqua alla temperatura ordinaria col solo suo contatto. La piccola pallottola metallica diminuisce a vista d'occhio, non tarda molto a sparire completamente e spesso anche s'infiamma quando rimane stazionaria per alcuni momenti (fig. 202).

Questo singolare esperimento è facile ad eseguirsi. Il sodio è oggi un prodotto abbondantissimo e si può procurarselo presso tutte le fabbriche di prodotti chimici.

Si spiega in un modo semplicissimo la combustione del sodio nell'acqua. L'acqua, come si sa, è formata d'idrogene e d'ossigene: il sodio in seguito alla sua grande affinità per quest'ultimo gas, se ne impossessa e si trasforma in un ossido solubilissimo; l'idrogeno, liberato, si sprigiona, come si può verificare, avvicinando al vaso ove brucia il metallo un fiammifero acceso che infiamma il gas combustibile.

L'ossido di sodio è avidissimo d'acqua; esso

combinasi con questo liquido e ne assorbe delle grandi quantità; è un prodotto solido, bianco, che brucia e cauterizza la pelle. Esso è *alcalino,* ridona l'azzurro al tornasole arrossato dagli acidi.

Il sodio, che è, come abbiamo detto, avidissimo d'ossigene, combinasi pure facilmente col cloro. Immerso in una bottiglia piena di questo gas, trasformasi in una sostanza solida che è il *sale marino.*

Fig. 202. Combustione del sodio nell'acqua.

Se il cloro trovasi in abbondanza, una parte del gas resta allo stato libero, perchè i corpi semplici non si combinano fra loro in rapporti indeterminati; esso combinasi, al contrario, in proporzioni ben definite, e $35^{gr},5$ di cloro secco si approprieranno sempre una stessa quantità di sodio eguale a 23 grammi.

Un grammo di sale da cucina è dunque formato di $0^{gr},606$ di cloro e di $0^{gr},394$ di sodio.

Oltre al sale marino esiste pure un numero gran-

dissimo di sali diversi che possono diventare oggetto di curiosi esperimenti.

Sappiamo che la soda caustica od ossido di sodio è un prodotto alcalino, dotato di proprietà molto energiché; esso brucia la pelle e distrugge le materie organiche.

L'acido solforico è dotato di proprietà non meno energiche; una goccia sparsa sulla mano produce un dolore acuto, cagionando una bruciatura; un pezzo di legno immerso in questo acido è quasi immediatamente carbonizzato.

Quando si mescolano 49 grammi d'acido solforico e 31 grammi di soda caustica, producesi una reazione delle più intense, accompagnata da una considerevole elevazione di temperatura; dopo il raffreddamento della massa, si ha una sostanza che può essere maneggiata impunemente; l'acido e l'alcali si sono combinati, le loro proprietà sono state reciprocamente distrutte. Essi hanno dato origine ad un *sale* che è il *solfato di soda.* Il risultato della loro unione non determina azione alcuna nel tornasole; non rassomiglia per niente ai corpi che gli hanno dato origine.

Si conoscono in chimica una infinità di sali i quali risultano dalla combinazione di un acido con un alcali o *base.* Alcuni tra essi, come il solfato di rame o il cromato di potassa, sono colorati; altri, come il solfato di soda, sono incolori.

Quest'ultimo prodotto, come la maggior parte dei sali, può assumere una forma cristallina; se si scioglie nell'acqua bollente e si abbandona la soluzione al riposo, non tardano a deporsi dei prismi trasparenti di un'apparenza irregolare. Così questo prodotto, scoperto da Glauber, si chiamò una volta *sale meraviglioso* o *sale di Glauber*.

Il solfato di soda è solubilissimo nell' acqua, ed è alla temperatura di 33 gradi che l'acqua può scioglierne in proporzioni maggiori. Se si versa uno strato d'olio sopra una soluzione satura di sale di Glauber, e che si lasci riposare il liquido senza agitarlo, esso non abbandonerà i cristalli; ma se si fa scendere una bacchetta di vetro attraverso lo strato olioso fino al contatto della soluzione, la cristallizzazione sarà istantanea [1] (fig. 203).

Questo interessante fenomeno diventa ancor più sorprendente quando si fa penetrare la soluzione calda e concentrata in un tubo di vetro sottile A B

[1] Ecco alcune indicazioni pratiche per ben riescire in questo esperimento. Si prepara la soluzione per mezzo del solfato di soda cristallizzato, 200 grammi, ed acqua distillata 100 grammi. Si versa la soluzione così ottenuta a caldo in una bottiglietta per mezzo di un tubo foggiato ad imbuto. Si riscalda la bottiglietta sul fornello; quando il vapore comincia ad uscire, si copre con una piccola capsula di porcellana. Lasciando rientrare l'aria, dopo il raffreddamento, la cristallizzazione si effettua; se si è versato sulla soluzione uno strato d'olio, il contatto di una bacchetta di vetro opera la cristallizzazione della massa. Se la bacchetta è stata scaldata, la cristallizzazione non ha luogo.

che si chiude alla lampada in C, dopo aver scacciata l'aria interna mediante l'ebullizione del liquido (fig. 204).

Una volta chiuso il tubo, i cristalli di solfato di soda non si formeranno neanche alla temperatura zero. Tuttavia il sale, essendo meno solubile a freddo che a caldo, si trova nel liquido in una proporzione dieci volte maggiore di quella che esso

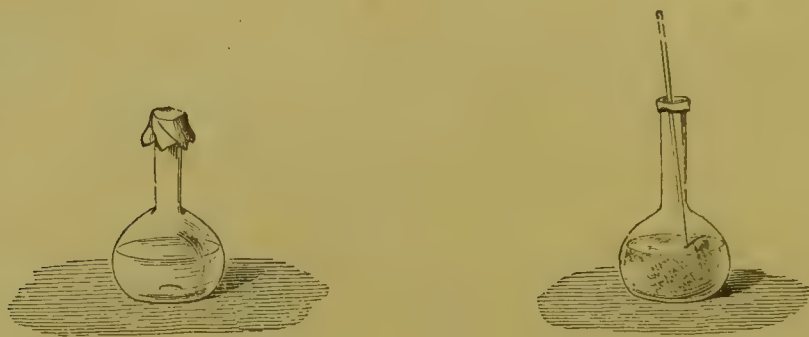



Fig. 203. Boccetta contenente una soluzione soprasatura di solfato di soda: la sua cristallizzazione è rappresentata nella figura di destra.

potrebbe contenere nelle condizioni ordinarie. Se si spezza la punta del tubo, il sale cristallizza immediatamente.

Descriveremo ora un altro esperimento poco conosciuto e singolare, che manifesta in modo particolare le cristallizzazioni istantanee.

Si sciolgono 150 parti in peso di iposolfito di soda entro 15 parti d'acqua, si versa lentamente la soluzione in una provetta munita di piede, precedentemente riscaldata per mezzo di acqua bollente,

in modo da riempiere il vaso a metà circa. Si sono sciolte, d'altra parte, 100 parti in peso di acetato di soda in 15 parti d'acqua bellente. Si versa lentamente questa soluzione nella prima, in modo da formare uno strato superiore, e ciò perchè essa non si mescoli coll'altra. Al disopra delle due soluzioni

Fig. 204. Preparazione di una soluzione soprasatura di solfato di soda.

trovasi uno strato d'acqua bollente, non rappresentato sulla fig. 205. Si lascia raffreddare lentamente la provetta ed in riposo.

Quando il tutto è freddo, si hanno due soluzioni sature d'iposolfito di soda e d'acetato di soda sovrapposto.

Si fa entrare nella provetta un filo, all'estremità

del quale trovasi fissato un piccolo cristallo d'iposolfito di soda; il cristallo attraversa la soluzione d'acetato senza intorbidarla, ma appena penetra nella soluzione d'iposolfito inferiore il sale cristal-

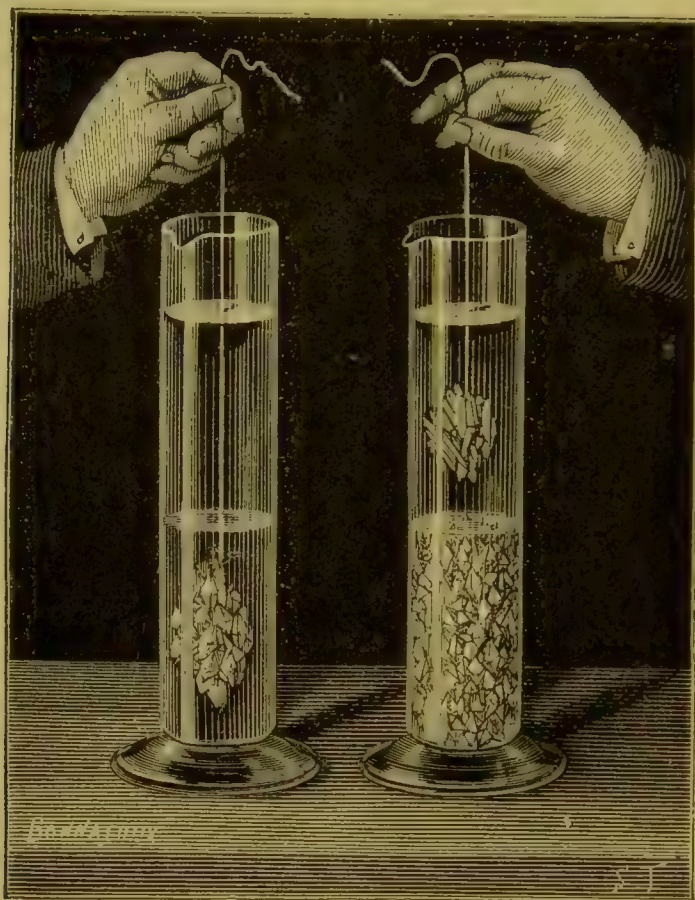



Fig. 205. Esperimento di cristallizzazione istantanea.

lizza istantaneamente (Vedi la provetta, a sinistra della fig. 205). Quando l'iposolfito è preso in massa, si fa scendere nella soluzione superiore un cristallo d'acetato di soda sospeso ad un altro filo; questo sale cristallizza allora alla sua volta (Vedi la mede-

sima provetta, a destra della fig. 205). L'esperimento riesce egualmente immergendo nella soluzione un filo di ottone col quale si sia prima *toccato* l'iposolfito di soda. Si può operare nello stesso modo coll'acetato e col solfato di soda.

Questo esperimento, quando riesce bene, è uno dei più singolari che si possa eseguire sulle cristallizzazioni istantanee.

La comparsa successiva dei cristalli d'iposolfito di soda, che assumono la forma di grandi prismi romboidali, terminati alle due estremità da due faccie oblique, e dei cristalli di acetato di soda che presentano l'aspetto dei prismi romboidali obliqui, non manca di richiamare l'attenzione e di stupire quelli che non sono iniziati in questo genere di esperimenti.

Un' altra cristallizzazione istantanea singolarissima è quella dell'allume. Se si abbandona ad un assoluto riposo una soluzione satura di questo sale, essa si raffredda rimanendo limpida e trasparente. Quando essa è fredda, se s'immerge un piccolo cristallo ottaedro di allume sospeso all' estremità di un filo, vediamo formarsi subito la cristallizzazione sulle facce di questo piccolo cristallo; essa aumenta rapidamente, s' ingrossa a vista d' occhio, fino a formare un ottaedro che riempie interamente il vaso.

METALLI USUALI E METALLI PREZIOSI.

Quanti ammalati hanno inghiottito della *magnesia bianca* senza supporre che questa polvere conteneva un metallo quasi bianco quanto l'argento, malleabile, e capace di bruciare con una luce tanto intensa da poter rivaleggiare collo splendore della luce elettrica! Se qualcuno fra i nostri lettori desiderasse preparare da sè medesimo il magnesio, ecco il metodo che si dovrà seguire: acquisterà della magnesia bianca da un farmacista e tratterà questa sostanza, dopo averla calcinata, coll'acido cloridrico e col cloridrato d'ammoniaca; otterrà in tal modo una soluzione limpida che facendola evaporare sotto l'azione del calore, fornirà un cloruro, doppio idrato e cristallizzato. Questo cloruro, riscaldato a rosso in un crogiuolo di terra, lascierà per residuo un prodotto iridescente formato di squame bianche e micacee: il cloruro di magnesio anidro. Se si mescolano in seguito 600 grammi di questo cloruro di magnesio con 100 grammi di cloruro di sodio o sale di cucina ed altrettanto di fluoruro di calcio e di sodio metallico in piccoli frammenti; se si getta la mescolanza così formata in un crogiuolo di terra riscaldato a rosso; se si continua a ri-

scaldare durante un quarto d'ora circa, conservando il crogiuolo chiuso con un coperchio di terra; finalmente se, terminata la reazione, si versa la materia diventata fluida in una pala di terra, si otterranno, mescolati a scoria, 45 grammi di magnesio metallico.

Il metallo ottenuto in tal modo è impuro, e per purgarlo dalle sostanze estranee che lo imbrattano, si riscalda a rosso in un tubo di carbone attraversato da una corrente d'idrogene. Il magnesio si fabbrica oggi in grande abbondanza ed è facile procurarselo a mitissimo prezzo, in fili, in lame od in polvere. Esso è un metallo dotato di una grande affinità per l'ossigene, e basta metterlo sulla fiamma di una candela per determinare la combustione; brucia con uno splendore che l'occhio puó appena sopportare, e si trasforma in una polvere bianca che è l'ossido di magnesio o magnesia. La combustione è ancora più viva nell'ossigene, e la polvere di magnesio gettata in un vaso pieno di questo gas produce una pioggia di fuoco del più bell'effetto; per dare un'idea del potere rischiarante del magnesio, basta dire che un filo di questo metallo di 29 centesimi di millimetro di diamentro produce, per combustione, una luce eguale a quella di 74 candele di 100 grammi ciascuna.

L'umile argilla dei campi, la terra argillosa di cui sono formate le nostre stoviglie, è pure la sorgente

dell' alluminio, di quel metallo brillante, sonoro come il cristallo, malleabile come l'argento, inalterabile como l'oro. Quando si tratta l'argilla con acido solforico e cloruro di potassio, si ottiene l'*allume*, che è un solfato di alluminio e di potassa. L'allume

Fig. 206. Gruppi di cristalli d'allume.

è un sale incolore, che cristallizza nell'acqua in ottaedri bellissimi di una regolarità meravigliosa. La fig. 206 rappresenta un gruppo di cristalli d'allume che si ammira nelle gallerie del Conservatorio delle arti e mestieri. Questo sale è molto usato nell'arte tintoria per la stampa dei tessuti, e serve ancora per l'incollatura delle carte e la chiarificazione dei

seghi. I medici, infine, l'utilizzano come materia astringente e caustica. Quando si sottopone l'allume all'azione del calore, in un crogiuolo di terra, perde

Fig. 207. Allume calcinato.

l'acqua di cristallizzazione che contiene, e si gonfia singolarmente traboccando dal vaso in cui si calcina

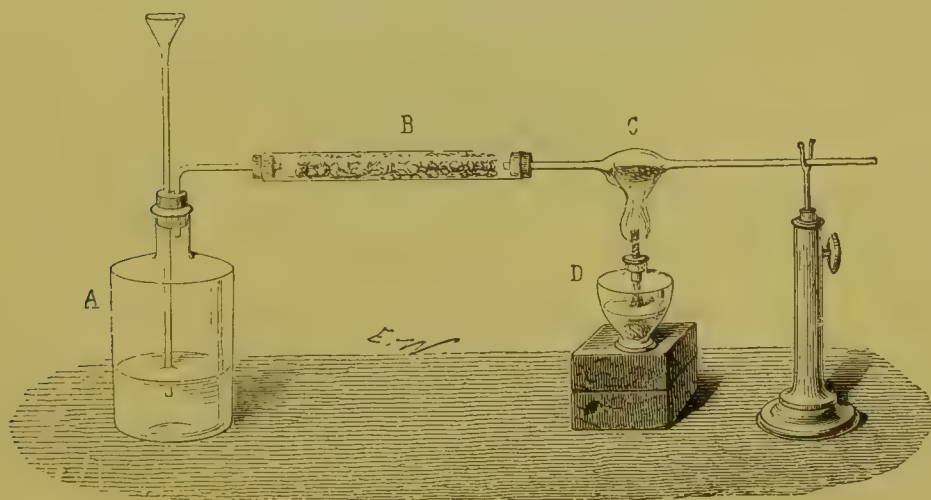



Fig. 208. Preparazione del ferro piroforico.

(fig. 207). Il ferro, il più importante dei metalli usuali, ha una tendenza a combinarsi coll'ossigene, e si sa che, allorquando un pezzo di questo metallo è abban-

donato al contatto dell'aria umida, si copre di uno strato rossastro. In questo esperimento, notissimo, della formazione della ruggine, il ferro s'ossida a poco a poco, senza che aumenti la sua temperatura; ma questa combinazione del ferro coll'ossigene si produce molto più rapidamente sotto l'influenza del calore; se, per esempio, si fa arroventare al fuoco un chiodo sospeso ad un filo di ferro e che gli s'imprima un moto rotatorio, come con una fionda, si vedono scaturire dal metallo incandescente mille scintille luminose dovute alla combinazione del ferro coll'ossigene, alla formazioue di un ossido. Il ferro ridotto in piccole particelle brucia spontaneamente al contatto dell'aria, e si è da molti secoli utilizzata questa proprietà *battendo l'acciarino*, vale a dire staccando con un colpo, sulla silice, dei pezzettini di ferro che si accendono, sotto l'influenza del calore prodotto dell'attrito, e che possono dar fuoco ad una sostanza combustibile come l'esca.

Si può preparare del ferro talmente polverizzato che si accende alla temperatura ordinaria in seguito al semplice contatto coll'aria. Per ridurlo a questo stato di estrema finezza, si riduce il suo ossalato coll'idrogene. Si dispone un apparato ad idrogene, come indica la fig. 208; si fa passare il gas prodotto in A attraverso un tubô essicatore B, e s'introduce in una ampolla di vetro C, ove si è collocato dell'ossalato di ferro. Quest'ultimo sale, sotto

la doppia influenza dell'idrogene e del calore, si riduce in ferro metallico che assume l'aspetto di una polvere impalpabile nera. Quando l'esperimento è finito, si chiude l'ampolla, alla lampada, ed il ferro contenuto, protetto in tal modo dal contatto del-

Fig. 209. Ferro piroforico.

l'aria, può conservarsi per un tempo indefinito; ma se si lascia penetrare l'aria spezzando la punta dell'ampolla (fig. 209) s'infiamma subito producendo una pioggia di fuoco di un bellissimo effetto[1]. Il ferro così preparato è conosciuto sotto il nome di *ferro piroforico.*

[1] L'esperimento è molto più brillante facendo cadere il ferro piroforico in una bottiglia ripiena di gas idrogene.

Il ferro è vivamente attaccato dalla maggior parte degli acidi; quando si versa sopra dei chiodi dell'acido nitrico ordinario, torrenti di vapori nitrosi rossi si sprigionano, ed il ferro ossidato si scioglie

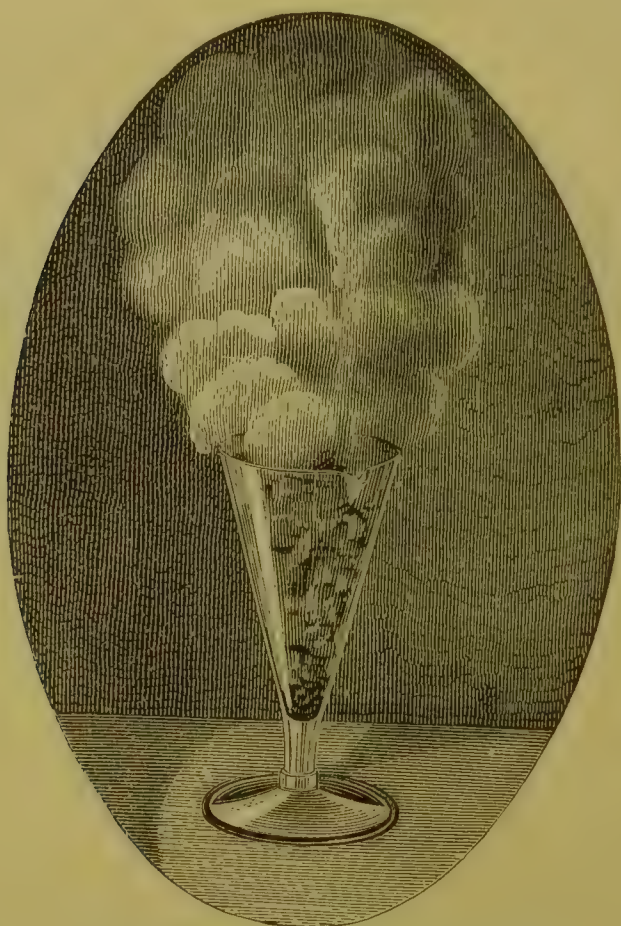



Fig. 210. Ferro e acido nitrico.

nel liquido allo stato d'azotato di ferro. Questo esperimento, facilissimo a farsi, dà un'idea dell'energia di certe azioni chimiche. Noi abbiamo tentato di rappresentarne l'aspetto colla figuca 210.

L'acido nitrico fumante non ha azione alcuna sul

ferro, e gl'impedisce anche col suo contatto di essere attaccato dall'acido nitrico ordinario; questa proprietà ha dato origine ad un interessantissimo esperimento del *ferro passivo.* Ecco in che consiste: si collocano alcuni chiodi in un bicchiere, vi si versa dell'acido nitrico fumante che non esercita azione alcuna; si decanta l'acido fumante e si sostituisce con dell'acido nitrico ordinario, che non agisce più sul ferro reso *passivo* dall'acido fumante. Ciò fatto, se si toccano i chiodi con una verga di ferro che non abbia subito l'azione dell'acido nitrico, essi sono immediatamente attaccati ed uno sviluppo di vapori nitrosi si manifesta con una grande energia.

Il piombo è un metallo morbidissimo, si può senza difficoltà raschiarlo colle unghie, si lascia piegare facilmente, ed è quasi completamente privo di elasticità, vale a dire, quando lo si piega, non tende a ritornare alla sua posizione primitiva. Il piombo è pesante, esso ha una densità rappresentata dalle cifre 11,4, ciò vuol dire che il peso di un litro d'acqua essendo 1 chilogramma, quello di uno stesso volume di piombo è di 11$^{\text{chil.}}$,400. La figura 211, che diamo qui contro, raffigura delle verghe cilindriche dei metalli più conosciuti, tutte di uno stesso peso, le quali rappresentano la loro densità comparativa.

Il piombo, come lo stagno, è suscettibile di as-

sumere una bella forma cristallina, quando si scosta dalle sue soluzioni con un metallo meno os-

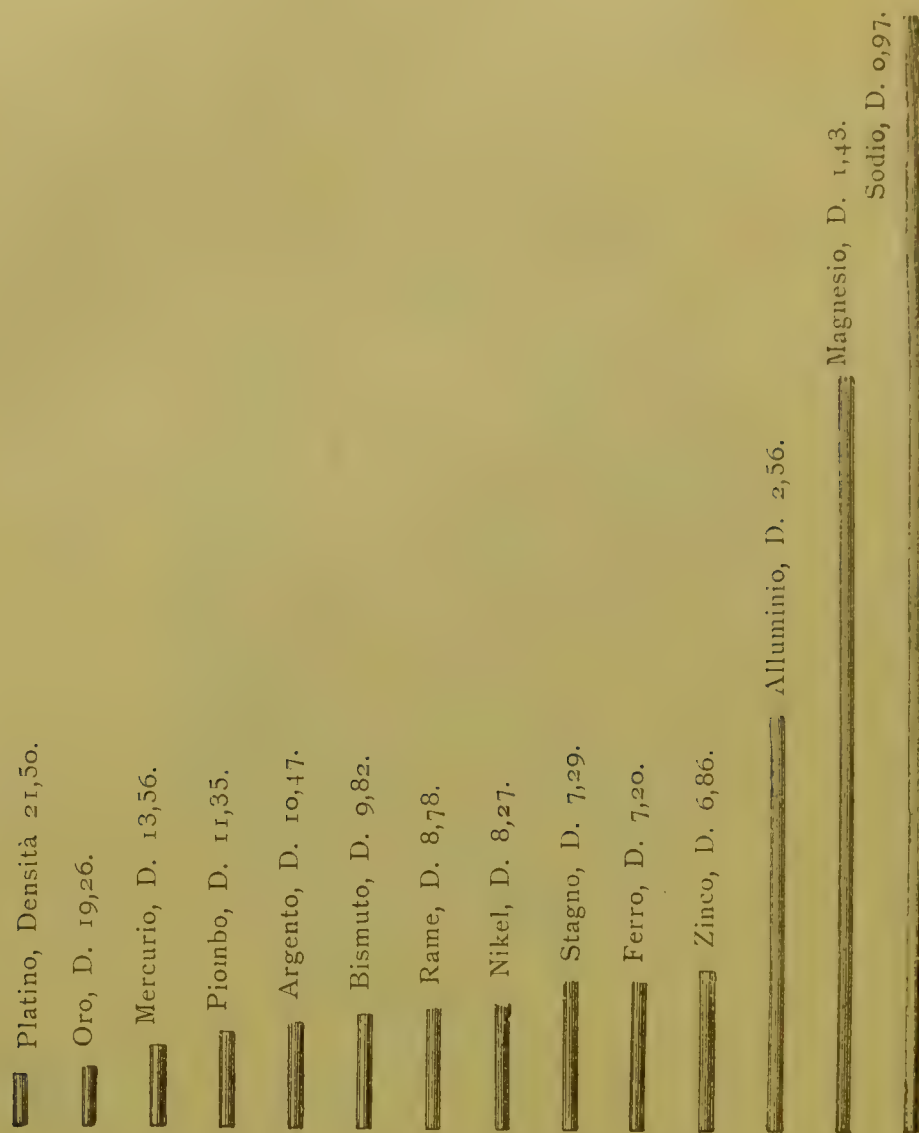



Fig. 211. Barre di metallo aventi tutte il medesimo peso.

sidabile. La cristallizzazione del piombo, rappresentata dalla figura 212, è conosciuta sotto il nome di *albero di Saturno.* Ecco come si può fare l'esperimento: si sciolgono 30 grammi d'acetato di

piombo in un litro d'acqua e si versa la soluzione in un vaso di forma sferica. Si adatta al turacciolo di questo vaso un pezzo di zinco al quale si fissano cinque o sei pezzetti di filo d'ottone lontani

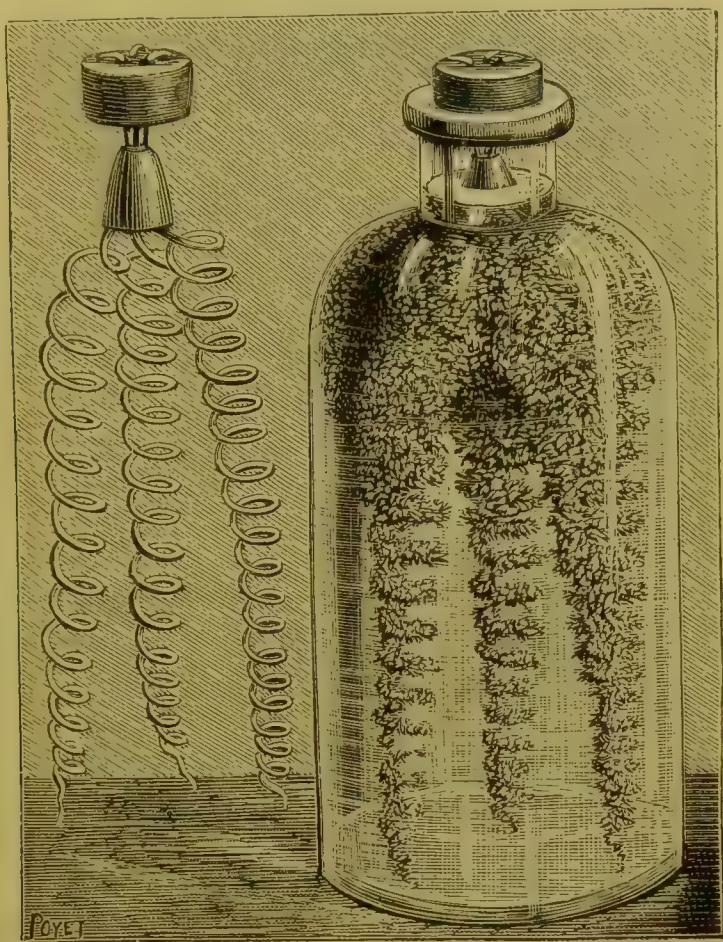



Fig. 212. Albero di Saturno.

gli uni dagli altri; s'immerge questo sistema nel liquido, e subito si vedono i fili di ottone coprirsi di aghetti di piombo brillanti e cristallini, i quali aumentano ed ingrandiscono di giorno in giorno. Gli alchimisti, che conoscevano questo esperimento,

credevano che avvenisse trasformazione di rame in piombo, mentre che non v'è in realtà che sostituzione di un metallo ad un altro. Il rame si scioglie nel liquido ed è sostituito dal piombo che si deposita, ma non si compie metamorfosi alcuna. Si può cambiare a volontà la forma del vaso, o la disposizione dei fili che servono di sostegno ai cristalli di piombo. È in tal modo che si possono formare facilmente delle lettere, delle cifre o qualunque figura coll'ottone: si ottengono subito delle immagini regolari, formate dalla cristallizzazione degli aghetti brillanti.

Il rame, quando è puro, ha un colore rosso caratteristico, che non permette di confonderlo con alcun altro metallo; esso si scioglie con molta facilità nell'acido nitrico, con una viva effervescenza e sprigiona dei vapori abbondantissimi. Questa proprietà è utilizzata nell'incisione detta all'acquaforte. Si copre una lastra di rame con uno strato di vernice, e quando è secca vi si incidono dei tratti per mezzo di un bulino; se si versa dell'acido nitrico sulla lastra così preparata, il rame viene corroso solamente nelle parti messe a nudo dalla punta d'acciaio. Levando in seguito la vernice, si ha uno stampo inciso che può servire a riprodurre una quantità di esemplari. Fra gli esperimenti eseguiti per mezzo di metalli usuali, menzioneremo quello in cui si possono impiegare i sali di stagno.

Lo stagno possiede una grande tendenza a prendere la struttura cristallina, ed è facile mettere in evidenza questa proprietà con un esperimento singolare. Si colloca nel fondo di una provetta una

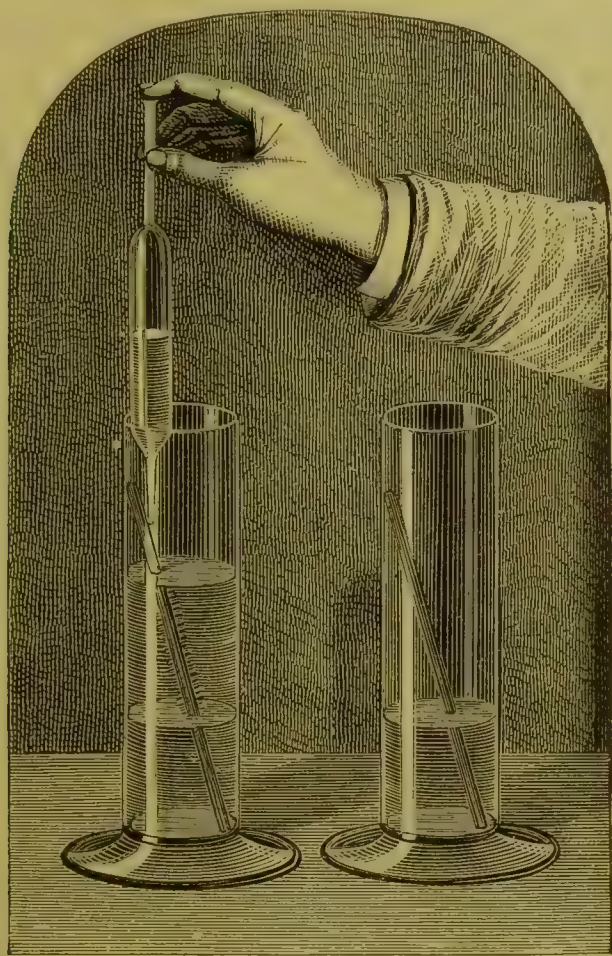



Fig. 213. Albero di Giove.

soluzione concentrata di protocloruro di stagno che si prepara dissolvendo a caldo dello stagno metallico nell'acido cloridrico; poscia s'immerge un cilindro di stagno nella provetta come è stato indicato alla destra della figura 213. Ciò fatto, si fa colare

dell'acqua sul cilindro di stagno, avendo cura di ottenere una caduta lenta del liquido, in modo d'impedire la mescolanza del protocloruro di stagno. Si lascia la provetta in riposo, e non si tarda molto a vedere dei cristalli brillanti, lanciarsi dal cilindro e simulare gli steli ramificati di una felce (fig. 213). Questa cristallizzazione non si effettua che nello strato di acqua; essa si spiega con un'azione elettrica, nei particolari della quale non possiamo entrare senza oltrepassare i limiti del nostro quadro, ed è conosciuta sotto il nome di albero di Giove. Si sa che gli alchimisti, nelle loro bizzarre nomenclature, avevano creduto intravvedere una certa relazione misteriosa fra i sette metalli allora conosciuti ed i sette pianeti; ogni metallo era dedicato ad un pianeta, e lo stagno si chiamava Giove, l'argento si chiamava Luna, l'oro il Sole, il piombo Saturno, il ferro Marte, l'argento vivo Mercurio, ed il rame Venere.

La cristallizzazione dello stagno può essere riconosciuta ancora strofinando un foglio di questo metallo con dell'acido cloridrico. La politura effettuata in tal modo rivela dei cristalli ramificati analoghi alla nebbia gelata che si depone sui cristalli durante i freddi dell'inverno; è un marezzato metallico. Quando si piega fra le mani un cilindro di stagno, si spezzano i cristalli avviluppati, e si sente un cigolìo particolare che si chiama il *grido dello stagno.*

Se vogliamo parlare dei metalli preziosi, ricorderemo che gli alchimisti consideravano l'oro come il re dei metalli; gli altri metalli rari erano per essi metalli nobili.

Questa definizione è erronea, se è permesso considerare come prezioso ciò che è utile, perchè, in questo caso, il ferro ed il rame dovrebbero essere collocati in prima linea. Se l'oro fosse sparso abbondantemente sulla superficie terrestre, e se il ferro fosse raro, si cercherebbe assiduamente questo metallo così necessario e si trascurerebbe il primo, per mezzo del quale non si potrebbe fare nè il vomero dell'aratro nè lo strumento più indispensabile a tutte le industrie. Checchè ne sia, la rarità dell'oro, il suo aspetto giallastro, la sua inalterabilità al contatto dell'aria, lo collocano in prima linea nella lista dei metalli preziosi.

L'oro è pesantissimo; la sua densità è rappresentata dalla cifra 19,26. Esso è il più malleabile ed il più duttile dei metalli; si può ridurlo colla percussione in fogli talmente sottili da poterne sovrapporre diecimila per ottenere uno spessore di un millimetro. Con un gramma d'oro, si può fabbricare un filo di un miglio di lunghezza, filo talmente sottile che rassomiglia al tessuto della tela di un ragno. Quando l'oro è ridotto in fogli sottili non è più opaco; se si applica per mezzo di una soluzione gommosa sopra una lastra di vetro, la

luce lo attraversa da parte a parte e presenta una sfumatura verdastra sensibilissima.

L'oro si trova in natura allo stato nativo, si trova sovente sparso nelle sabbie allo stato di polvere impalpabile, e si presenta in certe località in masse irregolari più o meno voluminose, distinte col nome di *pepiti*.

L'oro è il meno alterabile dei metalli, e può essere esposto per un tempo indefinito al contatto dell'aria umida senza ossidarsi. Non è corroso dagli acidi i più energici e si scioglie soltanto in una mescolanza formata d'acido nitrico e d'acido cloridrico, chiamato anche *acqua regia*. Si può provare che l'oro resiste all'azione degli acidi colla seguente operazione. Si collocano dei fogli d'oro entro due piccoli matracci contenenti, il primo dell'acido cloridrico, il secondo dell'acido nitrico. Si fanno riscaldare i due vasi sopra un fornello e per quanto sia prolungata la durata dell'ebullizione degli acidi, le foglie d'oro resistono, intatte, completamente alla loro azione. Se si versa il contenuto di un matraccio nell'altro, si mescolano assieme gli acidi cloridrico e nitrico, si forma dell'*acqua regia*, e si vedono immediatamente le foglie d'oro sparire in questo liquido, che le scioglie colla massima facilità. L'oro s'altera pure al contatto col mercurio. Ciò si prova sospendendo una foglia d'oro sopra uno strato di questo metallo liquido (fig. 214). Essa s'altera pron-

tamente e si combina coi vapori mercuriali diventando grigia.

L'argento è più alterabile dell'oro, ed il suo riflesso, così bianco quando è fuso, si appanna rapidamente al contatto dell'aria. Non si ossida, ma si solfora sotto l'influenza delle emanazioni solfidriche.

Fig. 214. Foglia d'oro esposta ai vapori di mercurio.

L'argento non si combina direttamente coll'ossigene dell'aria, ma può, in certi casi, sciogliere delle quantità ragguardevoli di questo primo gas. Se si fa fondere entro una piccola coppella d'osso, al contatto dell'aria, se si lascia raffreddare rapidamente, esso si gonfia in modo straordinario ed abbandona dell'ossigene; si dice allora che l'argento *roche*.

L'acido nitrico scioglie l'argento con grande facilità e determina la formazione di vapori luccicanti abbondantissimi. Evaporando la soluzione ottenuta, si vedono formarsi dei cristalli bianchi picchiettati che sono il nitrato d'argento. Questo nitrato d'argento fuso prende il nome di *pietra infernale,* ed è usato come cauterizzante in medicina. Il nitrato d'argento è velenosissimo; possiede la singolare proprietà di annerire sotto l'azione dei raggi solari. Esso è diventato la base delle meravigliose operazioni fotografiche.

Il nitrato d'argento è pure usato per fabbricare delle tinture destinate ai capelli. Si applica sopra una capigliatura bianca unito alla noce di galla, e sotto l'azione della luce annerisce e dà ai capelli una tinta nera molto intensa.

I sali d'argento sciolti nell'acqua hanno la proprietà di precipitarsi sotto l'azione dei cloruri, come il sale marino. Se si gettano alcuni grani di sale da cucina in una soluzione di nitrato d'argento, si forma un precipitato abbondante coagulato di cloruro d'argento che annerisce alla luce. Questo precipitato, insolubile nell'acido nitrico, si scioglie con grande facilità nell'ammoniaca.

Il platino, che è l'ultimo dei metalli preziosi che ci rimane da studiare, è di un bianco grigio; non può, come l'oro, essere intaccato dall'acqua regia. Esso è il più pesante dei metalli usuali; la sua

densità è di 21,50. È molto malleabile e duttilissimo; si giunge a batterlo in foglie sottilissime e in fili tanto sottili quanto quelli dell'oro. Si giunge anche a fabbricare dei fili di platino talmente fini che l'occhio non li vede che con difficoltà; questi fili sono conosciuti sotto il nome di fili invisibili di Wollaston.

Il platino resiste all'azione dei fuochi di massima intensità, e non si saprebbe determinarne la fusione se non per mezzo di cannelli a gas ossidrico. La sua inalterabilità e la resistenza che oppone al fuoco lo rendono prezioso negli usi di laboratorio. Si fabbricano dei piccoli crogiuoli che servono ai chimici per calcinare i precipitati nelle operazioni analitiche, o per determinare delle reazioni sotto l'influenza di una temperatura elevata.

Il platino può essere ridotto ad uno stato minimissimo di divisione; allora esso presenta l'aspetto di una polvere nera, e prende il nome di nero di platino. In questo stato polverulento, assorbe i gas con una grande rapidità, ed a tal punto che un centimetro cubo di nero di platino può condensare 750 volte il suo volume di gas idrogene. Condensa pure l'ossigene, e, in un gran numero di casi, esso agisce come ossidante energico. Il platino si ottiene pure in masse spugnose (*spugna di platino*) che determinano dei fenomeni di ossidazione.

Si può preparare una piccola lampada ingegno-

sissima che s'accende da sè senza il concorso di alcuna fiamma. Essa contiene internamente una campana di vetro che si riempie di gas idrogene proveniente dall'azione che esercita un cilindro di zinco sull'acqua acidulata che vi si è rinchiusa. Se si preme il bottone collocato alla parte superiore dell'apparecchio, l'idrogene sfugge e va a colpire un pezzo di spugna di platino la quale, agendo per ossidazione, l'infiamma. La fiamma prodotta accende una lampadina ad olio che si trova in presenza del getto gasoso. Questa ingegnosissima lampada, è conosciuta sotto il nome di accenditore Gay-Lussac. Il platino spugnoso può anche determinare, col solo contatto, un numero grandissimo di reazioni chimiche. Raccogliete in una provetta una mescolanza detonante formata di due volumi d'idrogene e di un volume d'ossigene; collocate in questo gas un pezzetto di spugna di platino, ed immediatamente la combinazione dei due corpi avrà luogo, accompagnata da una violenta detonazione. Riscaldate a rosso una piccola spirale di platino, sulla fiamma di una lampada, dopo averla sospesa ad un cartone, collocatela immediatamente in un bicchiere contenente dell'etere, e vedrete la spirale metallica rimaner rossa durante un tempo lunghissimo, mentre che nell'aria si sarebbe raffreddata immediatamente. Questo fenomeno è dovuto all'azione ossidante che il platino esercita sui vapori

d'etere. Si conosce questo celebre esperimento sotto il nome di *lampada senza fiamma.*

Queste singolari azioni ossidanti del platino, che non si sanno ancora spiegare, erano una volta distinte sotto il nome di *azioni catalitiche.* Ma una parola, per quanto greca essa si sia, non è una teoria, ed è sempre preferibile di confessare la propria ignoranza, piuttosto che simularla sotto un apparenza di sapere. La scienza è abbastanza ricca per poter esprimere arditamente i suoi dubbi e le sue incertezze. Osservando la natura, si deducono degli esperimenti da queste osservazioni, e si è spesso condotti a riconoscere dei fatti che possono essere messi a profitto e diventare applicazioni utili; accade tuttavia che il perchè e le cause sfuggano per lungo tempo ancora all'occhio più perspicace ed alla più lucida intelligenza. Certamente, le meravigliose applicazioni della scienza hanno motivo di colpirci per l'importanza dei loro risultati, e per le meravigliose invenzioni uscite dal loro seno; ma se esse hanno potuto ricavare delle utilità dai fatti osservati, che c'insegnano esse sulle cause primitive di tutte le cose, sopra il *perchè* della natura? Quasi niente. — Bisogna sapere confessare umilmente la nostra ignoranza, e dire come d'Alembert: " L'Enciclopedia è molto abbondante, ma che sarebbe se essa parlasse di ciò che non si sa? „

Fabbricazione del gas illuminante. — Fate bru-

ciare sopra di un piatto un foglio di carta largo come la mano: questo basterà per far vedere il fenomeno della carbonizzazione (il foglio di carta infatti si annerirà) e della formazione dei prodotti empireumatici sotto l'azione del calore. Sotto questa carta così abbruciata voi troverete un deposito giallognolo, appiccaticcio, fatto di *olio di carta,* che si produsse al riparo del contatto dell'aria per una specie di distillazione.

Si può facilmente spiegare la fabbricazione del gas illuminante colla distillazione del carbon fossile mercè una pipa di gesso. Si riempie la pipa, invece del tabacco, di piccoli pezzettini di carbone fossile e si chiude l'apertura con terra grassa, che si lascierà asciugare.

Così avrete preparato una minuscola storta da gas già riempita, e basterà riscaldarla, ponendola in un braciere in modo che il tubo sia fuori dalla brace. Presto fuori del tubo si svilupperà del gas, e si potrà accenderlo con un fiammifero ottenendone una fiammella brillantissima.

Ecco così un piccolo [gasogeno, facile a costruirsi.

Si potrà anche mettere in una provetta dei pezzetti di sughero. Si chiude la provetta con un tappo attraversato da un. piccolo tubo di vetro o di metallo, e si riscalda sopra una fiamma.

Si otterrà così una colonna di gas, che si ac-

cende con un fiammifero, producendo una fiamma molto luminosa.

Sarà il vero *gas di sughero,* di cui si parlò tanto recentemente nei giornali industriali.

Se una pipa può essere un oggetto troppo pre-

Fig. 215. Produzione del gas illuminante con un cartoccio di carta.

zioso, voi potrete servirvi di un pezzo di carta forte con cui farete un cartoccio che rappresenterà il gasogeno.

Si fa un forellino nel cono di carta, verso l'apice, e si tiene il cartoccio colla mano sinistra. Si accende il cartoccio alla sua apertura; il calore svi

luppato dalla fiamma produce una vera distillazione della materia organica della carta; i prodotti empireumatici e gasosi si innalzano nel cartoccio e trovano sfogo dal forellino superiore, dove possono essere accesi collo stesso fiammifero che servì ad appiccare il fuoco al cartoccio.

COLORAZIONE ARTIFICIALE DEI FIORI.

Si ha l'abitudine, nei corsi di chimica, di mettere in evidenza l'azione esercitata dall'acido solforico sulle materie coloranti vegetali, facendo agire questo gas sulle violette ch'esso imbianca quasi istantaneamente. L'acido solforico, in seguito alle sue proprietà disossidanti, distrugge il colore di un grande numero di fiori, come le rose, le pervinche, ecc. L'esperimento riesce prontamente per mezzo di un piccolo apparecchio rappresentato più avanti (fig. 216). Si fa fondere, in una capsula di porcellana, del solfo che si accende al contatto dell'aria, e dà origine in seguito alla sua combinazione coll'ossigeno ad acido solforico; si copre la capsula con un camino conico formato con una lastrina di rame, e si espongono sull'orificio superiore i fiori che si vogliono scolorare. L'azione è rapidissima, e bastano alcuni secondi per rendere perfettamente

bianche delle rose, delle pervinche e delle violette, ecc.

Uno scienziato distinto, Filhol, ha un tempo presentato ai membri dell'Associazione scientifica i ri-

Fig. 216. Scolorazione delle pervinche coll'acido solforico.

sultati che aveva ottenuto, facendo agire sui fiori una mescolanza d'etere solforico e di alcune goccie d'ammoniaca: la maggior parte dei fiori violetti o rosei diventano di un bel verde cupo. Abbiamo eseguito, a questo riguardo, una serie di

esperimenti che riassumeremo qui: essi potranno esser facilmente ripresi e continuati da quelli dei nostri lettori ai quali interessa l'argomento.

Si versa, in un bicchiere, dell'etere ordinario che

Fig. 217. Esperimento per colorare in verde delle aquilegie coll'etere ammoniacale.

si addiziona di una piccola quantità d'ammoniaca liquida ($^1/_{10}$ di volume circa). S'immergono nel liquido i fiori sui quali si vuole eseguire l'esperimento (figura 217).

Una certa quantità di fiori naturalmente colorati

in violetto, oppure in roseo, assumono istantaneamente un colore verde brillante che ricorda la tinta verderame; essi sono: il geranio rosato, la pervinca violetta, la viola matronale lillà, la senapa selvatica lillà, le rose rosse e rosee e la viola di Mahon, il timo, la campanella azzurra, il coridalio, il miosoto, l'elitropio. Altri fiori, i cui colori non sono di una stessa tinta, prendono diverse tinte al contatto dell'etere ammoniacale.

Il petalo superiore del pisello dalla tinta violetta diventa azzurro scuro, mentre il petalo inferiore assume un colore verdechiaro. Il garofano dei poeti screziato diventa bruno e verdechiaro. I fiori bianchi passano generalmente al giallo, come il papavero bianco, la bocca di leone screziata, che diventa gialla e d'un violetto scuro, la rosa bianca che si colora in giallo pallido, l'aquilegia bianca, la cinoglossa, la camomilla, la margherita bianca, il pomo di terra bianco, la viola matronale bianca, il caprifoglio, la fava, l'ulmaria dei prati, la digitale bianca, ehe al contatto dell'etere ammoniacale si orna di sfumature gialle più o meno scure. L'antirrino bianco diventa giallo e ranciato scuro.

Nel pisello dalla tinta rosea, il petalo superiore diventa celeste, il petalo inferiore verde delicato; il geranio rosa passa al celeste in modo singolare; nel *mimulus* l'azione dell'etere ammoniacale si manifesta soltanto nelle macchie rosse che passano

ad un bel verde. L'antirrino rosso diventa di un bel bruno metallico; nella *dielytra* l'estremità bianca diventa gialla, ed i petali esterni d'un grigio metallico. La valeriana assume una sfumatura grigia, ed il rosso papavero selvatico passa al violetto scurissimo.

I fiori gialli non sono alterati dall'etere ammoniacale; i bottoni d'oro, il fiorrancio, il garofano giallo, ecc., conservano la loro tinta naturale nel seno del liquido.

Le foglie colorate in rosso, come quelle del faggio porpora, e quelle di un gran numero di vegetali diventano istantaneamente verdi quando si pongono al contatto coll'etere ammoniacale. L'azione di questo liquido è talmente rapida che riesce facile il macchiarle di punti verdi facendo qua e là cadere alcune goccie di soluzione. Si possono anche macchiare di punti bianchi i fiori violetti, come le pervinche, e ciò anche lasciando i fiori sul loro stelo senza coglierli.

Completeremo queste nozioni descrivendo gli esperimenti che il prof. Gabba ha eseguito in Italia servendosi dell'ammoniaca che fa agire direttamente sui fiori. Questo scienziato si serve semplicemente di un tondo nel quale versa una certa quantità di soluzione di ammoniaca.

Colloca perciò sopra questo piatto un imbuto rovesciato, nel tubo del quale colloca i fiori che vuole

sottomettere all'esperimento. Operando in questo modo, ha visto, sotto l'azione dell'ammoniaca, i fiori azzurri, violetti e porporini diventare di un bel verde, i fiori di un rosso carminio vivo (garofani) diventare neri, i bianchi, gialli, ecc.

Il cambiamento di colore più singolare l'ottenne dai fiori che riuniscono parecchie tinte diverse, e di cui le linee rosse sono diventate verdi, le bianche, gialle, ecc. Un altro curioso esempio è quello della fucsia a fiori bianchi e rossi, che per l'azione dei vapori ammoniacali sono diventati gialli, azzurri e verdi. Allorchè i fiori hanno subìto questo cambiamento di colore, se si immergono nell'acqua pura essi conservano la nuova colorazione durante parecchie ore; dopo di che ritornano a poco a poco al loro colore primitivo.

Un'altra osservazione interessante, dovuta al professor Gabba, è che i fogli degli Asteri, che sono naturalmente inodori, acquistano un odore aromatico sotto l'influenza dell'ammoniaca. I fiori di questi stessi Asteri, dei quali il colore naturale è violetto, diventano rossi quando si bagnano coll'acido azotico allungato con acqua. D'altra parte, questi stessi fiori, se si chiudono in una scatola di legno ove sieno esposti ai vapori dell'acido cloridrico, diventano in sei ore di un bel rosso carminio, ch'essi conservano quando si collocano in un luogo secco e all'ombra dopo averli seccati all'aria ed all'oscurità.

Negli esperimenti eseguiti per mezzo dell'etere ammoniacale, l'acido cloridrico ridona pure il rosso ai fiori resi verdi mercè l'azione del primo liquido, ma alterandoli generalmente in modo sensibilissimo.

Termineremo questo studio facendo osservare che l'ammoniaca, mescolata coll'etere, agisce molto più prontamente che adoperata sola.

LA FOSFORESCENZA.

Si vedono sovente esposti dagli ottici dei fiori artificiali preparati in un modo speciale, e che hanno la proprietà di essere fosforescenti nell'oscurità, allorquando sono stati esposti all'azione di un raggio di luce solare, elettrica, o del magnesio incandescente. Questi oggetti di chimica dilettevole hanno una certa affinità con fenomeni interessantissimi, con esperimenti curiosissimi, oggi poco conosciuti; richiamiamo pertanto su di essi l'attenzione del lettore.

La facoltà posseduta da certi corpi di emettere della luce quando si collocano in certe condizioni, è molto più generale di quello che si crede comunemente. Edmondo Becquerel, al quale si deve un interessante lavoro su tale argomento, divide i fenomeni di fosforescenza in cinque classi distinte:

1.ª *Fosforescenza per elevazione di temperatura.* — Fra le sostanze che presentano questo fenomeno ad un grado elevato, si possono citare alcuni diamanti, le varietà colorate del fluoruro di calcio, certi minerali a base di calce, ed i solfuri conosciuti sotto il nome di fosfori artificiali, quando sono stati precedentemente esposti all'azione della luce.

2.ª *Fosforescenza per azione meccanica.* — Questa si osserva quando si strofinano certi corpi gli uni contro gli altri o con un corpo duro. Quando si strofinano due cristalli di quarzo nell'oscurità si vedono delle scintille di color rosso; quando si macina della creta o dello zucchero, vi ha egualmente emissione di luce, ecc.

3.ª *Fosforescenza per l'elettricità.* — Essa si manifesta coi bagliori medesimi che accompagnano lo sviluppo dell'elettricità per influenza, ed allorquando i gas ed i vapori rarefatti trasmettono delle scariche elettriche.

4.ª *Fosforescenza spontanea.* — Questa si osserva, come nessuno lo ignora, in un certo numero di animali viventi (lucciole, cucujos, purilampi, ecc.); effetti di fosforescenza produconsi pure con sostanze organiche, animali o vegetali, prima che avvenga la putrefazione; essi si manifestano pure prima della fioritura di certe piante, ecc.

5.ª *Fosforescenza per insolazione, e per l'azione*

della luce. — " Se si espongono, dice Edmondo Becquerel, per alcuni momenti all'azione della luce solare o diffusa, od a quella dei raggi emanati da una sorgente luminosa abbastanza intensa, certe sostanze minerali od organiche, queste materie diventano immediatamente luminose da sè stesse, e brillano allora nell'oscurità con un bagliore di cui il colore e la vivacità varia secondo la loro natura ed il loro stato fisico. Il bagliore che emettono in tal modo, diminuisce d'intensità durante un tempo che varia da qualche secondo fino a parecchie ore. Quando si espongono nuovamente queste sostanze all'azione della radiazione, si riproduce il medesimo effetto. L'intensità della luce emessa dopo l'insolazione è sempre molto minore di quella della luce incidente. Questi fenomeni sembrano essere stati osservati prima con pietre preziose, poi, nel 1604, colla pietra di Bologna calcinata (fosforo che ha più d'ogni altro occupato i fisici), in seguito con un diamante, da Boyle, nel 1663; nel 1675, col fosforo di Baudoin (residuo della calcinazione del nitrato di calce), e più tardi per mezzo di altre sostanze che citeremo in seguito. I corpi più impressionabili all'azione della radiazione sono i solfuri di calcio e di bario (fosforo di Canton e di Bologna), il solfuro di stronzio, certi diamanti e la varietà del fluoruro di calcio che ha ricevuto il nome di *clorofano.* "

Il solfuro di calcio fosforescente (fosforo di Canton) si prepara calcinando in un crogiuolo di terra una mescolanza di fiori di zolfo e di carbonato di calce. Ma la preparazione non riesce che con del carbonato di calce di una natura particolare. Quello che proviene dalla calcinazione dei gusci d'ostriche dà dei buonissimi risultati. Si mescolano tre parti della sostanza così ottenuta con una parte di fiori di zolfo, e si riscalda a rosso in un crogiuolo, evitando il contatto dell'aria. Il fosforo di Canton, che si ottiene in tal modo, dà, nell'oscurità, una luce gialla dopo averlo sottoposto ad un'insolazione. I gusci d'ostrica calcari non sono sempre puri, ed il risultato ottenuto è talvolta poco soddisfacente; è preferibile usare dei corpi la cui composizione sia ben determinata. "Quando si vuol preparare un solfuro fosforescente, colla calce o col carbonato di calce, dice E. Becquerel, le proporzioni più convenienti sono quelle nelle quali sopra 100 parti di materia s'impiegano 80 per 100 di fiori di zolfo nel primo caso, e 45 per 100 nel secondo caso, cioè quando si usano le quantità di zolfo che sarebbero necessarie per essere bruciate dall'ossigeno della calce o del carbonato, e per produrre un monosolfuro [1].

[1] Queste sostanze debbono essere finamente polverizzate e mescolate fra loro.

“ Bisogna prestare attenzione, nella preparazione, all'elevazione della temperatura, come pure alla sua durata. Infatti, operando con calce proveniente dall'aragonite fibrosa, e portando il crogiuolo ad una temperatura inferiore a 500 gradi per un tempo sufficiente perchè la reazione fra lo zolfo e la calce avendo luogo, il zolfo superfluo sia eliminato, si ha una massa debolmente luminosa con una tinta azzurrastra; se questa massa è portata ad una tempertura di 800 a 900 gradi e non oltrepassi la fusione dell'argento o dell'oro, e ciò per venticinque o trenta minuti, allora la massa offre per fosforescenza una tinta luminosa vivissima. „

Il solfuro di calcio possiede diverse proprietà fosforescenti secondo la natura del sale che ha servito a produrre il carbonato di calce adoperato. Se si trasforma del marmo bianco in nitrato di calce, sciogliendolo nell'acqua addizionata di acido nitrico, se si precipita il sale col carbonato di ammoniaca, e si usa il carbonato di calce così ottenuto per preparare il solfuro di calcio, si ha un prodotto che dà una fosforescenza di un colore violetto roseo. Se il carbonato di calce adoperato proviene dal cloruro di calcio precipitato col carbonato d'ammoniaca, la fosforescenza è gialla.

Trattando collo zolfo il carbonato di calce preparato coll'acqua di calce attraversata da una corrente di acido carbonico, si ottiene un solfuro la

cui luce, emessa dalla fosforescenza, è pure di un violetto bellissimo. Il carbonato di calce ottenuto precipitando il cloruro di calcio cristallizzato del commercio, con diversi carbonati alcalini, dà pure dei buoni risultati.

I solfuri di stronzio luminosi possono ottenersi, come quelli di calcio coll'azione dello zolfo sulla stronziana, oppure il carbonato di questa base, colla riduzione del solfato di stronziana col carbone. Le sfumature verdi e azzurre sono le più frequenti.

I solfuri di bario presentano pure dei fenomeni di fosforescenza singolarissimi. Tuttavia, per ottenere delle masse molto luminose, necessita in generale una temperatura molto maggiore e più sostenuta di quella adoperata per gli altri composti.

Tale è l'effetto prodotto quando si riduce del solfato di barite naturale col carbone; cioè al punto della reazione che dà origine al fosforo anticamente conosciuto col nome di *fosforo di Bologna*. Le preparazioni ottenute colla barite hanno una fosforescenza che varia dal rosso ranciato al verde.

La preparazione delle sostanze di cui abbiam dato l'enumerazione, pone in grado di spiegare facilmente il modo con cui si preparano i fiori luminosi citati nel principio di questo articolo.

Si prendono dei fiori artificiali, si spalmano di colla liquida, gomma sciolta nell'acqua, per esem-

pio; si spolverano di solfuro fosforescente, e si fanno seccare. La sostanza polverosa vi aderisce solidamente. Esponendo il fiore così preparato alla

Fig. 218. Fiore artificiale spalmato di una polvere fosforescente, esposto alla luce del magnesio.

luce solare, od illuminandolo coi raggi emessi da un filo di magnesio in combustione (fig. 218), diventa subito fosforescente. Se si trasporta in una camera oscura (fig. 219), brilla con uno splendore

vivissimo e sviluppa dei raggi colorati di un effetto stupendo. Si fa pure uso dei solfuri fosforescenti per tracciare dei disegni o dei nomi sopra una su-

Fig. 219. Il medesimo fiore fosforescente, che emette luce nell'oscurità.

perficie di carta, ecc.; ognuno comprende che questi esperimenti possono essere facilmente variati a volontà dello sperimentatore.

Queste sostanze non si potrebbero adoperare per

usi più serii, e venir un giorno classificate fra i prodotti utili? Ci sembra che la risposta debba essere affermativa. Si potrebbe per esempio ottenere colle sostanze fosforescenti artificiali dei quadranti luminosi per gli orologi collocati nell'oscurità, ovvero insegne di negozi e numeri di case splendenti durante la notte.

Il professore Norton si spinge ancora più oltre; esso propone, nel *Journal of the Franklin Institute*, non solo di spalmare i muri delle camere di queste sostanze fosforescenti, ma ancora le facciate esterne delle case. Si potrebbe allora, secondo l'autore, sopprimere l'illuminazione delle strade; chè le facciate assorbendo durante il giorno abbastanza luce resterebbero luminose tutta la notte. Senza andare tant'oltre, crediamo che vi sia certamente un grande numero di applicazioni interessanti da fare per mezzo delle anzidette sostanze fosforescenti. Ad ogni modo esse possono sempre diventar l'oggetto di piacevoli ricreazioni.

LA CHIMICA APPLICATA ALLA PRESTIDIGITAZIONE.

Mentre la fisica ha fornito a quest'arte dilettevole che si è chiamata prestidigitazione un numero straordinario di effetti sorprendenti, la chimica non gli ha arrecato che un debole concorso. Robert Houdin ha un tempo adoperato l'elettricità per far muovere gli aghi del suo orologio magico, l'elettro-calamita per rendere un forziere di ferro istantaneamente così pesante, che nessuno poteva sollevarlo. Robin si è servito dell'ottica per produrre sulla scena gli effetti così curiosi degli *Spettri,* o del *Decapitato parlante*, ecc. Gli amatori di questo genere di ricreazioni possono tuttavia prendere alla chimica alcuni esperimenti originali, senza il bisogno di voluminosi apparecchi. Per terminare questo capitolo darò la descrizione di un giuoco di prestigio ch'io ho visto eseguire recentemente con grande successo in presenza di un numeroso uditorio, da un abile prestidigitatore.

L'operatore prese un bicchiere comune, perfettamente trasparente, e lo collocò sopra una tavola: poscia annunciò che copriva il bicchiere con un sottocoppa, e che, tenendosi lontano, farebbe penetrare nel bicchiere il fumo di una sigaretta. Ciò

che fu annunciato si effettuò. Nel mentre che l'esperimentatore fumava da lontano, il bicchiere si riempiva come per incanto di un fumo bianco abbondantissimo (fig. 220).

L'esecuzione di questo giuoco è facilissima: basta versare prima nel bicchiere due o tre gocciole d'acido cloridrico e d'inumidire il sottocoppa sul fondo che verrà collocato sul vaso, con alcune goccie d'ammoniaca, le quali vi aderiscono per capillarità. I due liquidi, così versati prima che il bicchiere ed il sottocoppa siano presentati agli

Fig. 220. Un esperimento di chimica dilettevole.

spettatori, formano uno strato così sottile che passano inosservati, ma al momento che la sottocoppa è collocata sul bicchiere, danno origine a vapori bianchi di cloridrato d'ammoniaca, somigliantissimi al fumo di tabacco.

Questo esperimento eccitò vivamente lo stupore degli spettatori in presenza dei quali io l'ho visto eseguire; ma, possedendo qualche nozione di chimica, se ne trova facilmente la spiegazione.

La stessa reazione è ottenuta nei corsi di chimica, in modo molto più semplice, e senza inganno. Avvicinando il turacciolo di una bottiglia d'ammoniaca ad un altro turacciolo che chiude una bottiglia di acido cloridrico si produce al contatto dei due liquidi un fumo abbondante che si condensa a poco a poco, sotto forma di una sostanza salina, quale è il cloridrato d'ammoniaca.

La chimica, come si vede, è una scienza che può suggerire a quelli che la studiano, un numero grandissimo di fatti curiosi e spesso poco conosciuti.

Capitolo VI.

LA TROTTOLA MAGICA ED IL GIROSCOPIO. GLI APPARECCHI DEL VOLO MECCANICO ED I GIUOCHI SCIENTIFICI.

Abbiamo precedentemente parlato delle trottole cromatiche che hanno una certa affinità cogli esperimenti della visione dei colori. Non vi è persona che non conosca la trottola comune; e non crediamo, per questo, che sia utile darne la descrizione; parleremo piuttosto minutamente della meravigliosa trottola magica, la quale presenta dei numerosi argomenti di osservazione e di studii dal punto di vista della meccanica. Composta di un disco pesante, munito di un asse che può girare su due punti, riuniti da un circolo di metallo, questo giocattolo in riposo non presenta nulla di particolare, è un insieme completamente inerte che, come tutti i corpi, obbedisce alle leggi della gra-

vità. Ma se s'imprime al disco un moto rapido di rotazione, tutto cambia, questo corpo inerte sembra animarsi di una vita propria; se tentiamo di spostarlo, resiste e sembra volere forzare la mano che lo frena, a seguirla in certe direzioni ed eseguire dei movimenti diversi da quelli che si cerca d'imprimergli.

Questa trottola sembra pure sottrarsi, entro certi limiti, alle leggi della gravità; se la collochiamo sopra il suo perno, invece di cadere come farebbe allorchè il disco è immobile, conserva la posizione orizzontale od inclinata che gli abbiamo data, l'estremità libera del suo asse descrivendo lentamente un circolo orizzontale attorno al punto d'appoggio dell'opposta estremità.

Poche persone sono abbastanza famigliarizzate colle teorie della meccanica razionale per comprendere questi fenomeni, e spesso la trottola acquistata per divertire un fanciullo diventa un oggetto di sorpresa e di studio.

Non pretendiamo di esporre qui matematicamente le ragioni che concorrono a far sì che i fatti non possono accadere altrimenti da quelli che li vediamo, ma il principio meccanico sul quale è stata costrutta questa trottola, avendo una grande importanza scientifica, vogliamo esporlo in poche parole ai nostri lettori.

Basta possedere alcune nozioni di meccanica per

sapere che un corpo in moto, sottoposto all'azione di una forza tendente ad imprimergli un altro movimento che segue una diversa direzione, seguirà una terza direzione che è detta la risultante delle due altre; avvicinandosi questa risultante tanto più ad una delle direzioni primitive quanto più il rapporto corrispondente è più rapido rispetto all'altro. Se, per esempio, colpite una biglia che vi passa innanzi in modo da deviarla normalmente dalla sua direzione, essa non sembrerà obbedire che in parte all'impulsione datagli e continuerà il suo cammino seguendo una direzione obliqua, la velocità da cui era animata riunendosi con questa impulsione per produrre il moto che ne è risultato. Se passa invece velocemente e che la colpiate leggermente, essa si sposterà appena dalla sua direzione. Se al contrario cammina lentamente e ch'essa riceva un colpo violento, devierà quasi interamente dalla direzione nella quale è stata colpita.

Orbene! ciò che avviene allorquando un corpo tende a prendere nel medesimo tempo due moti di traslazione si produce ancora allorquando si tratta di moti di rotazione; vale a dire se una forza agisce sopra un corpo in rotazione in modo da imprimergli un movimento della stessa natura attorno ad un altro asse, ne risulterà un terzo moto attorno ad un terzo asse, in cui la direzione si avvicinerà maggiormente a quello attorno al quale

avviene la più rapida rotazione. Applichiamo questo semplicissimo principio della nostra trottola, e vedremo immediatamente che la magia non ha nulla assolutamente da rivendicare su questi movimenti così bizzarri a prima vista.

Allorquando, dopo aver messa la trottola in rotazione, la collochiamo sul suo perno, sul suo asse sostenuto, orizzontalmente per esempio, ad una delle sue estremità, abbiamo in presenza due movimenti: prima quello che le abbiamo impresso, e in secondo luogo il moto di rotazione che tende a farle prendere la gravità attorno ad un secondo asse pure orizzontale, passando pel punto d'appoggio e perpendicolare al primo. Risulta dunque una rotazione attorno ad un terzo asse collocato fra i due primi, vale a dire nello stesso piano orizzontale che passa per il perno. Ma mentre l'asse materiale della trottola, per obbedire a questo movimento, prenderà la sua nuova posizione, la gravità continuando ad agire l'avrà nuovamente spostato, e portato un po' più lontano, in modo che cercando di raggiungere questa posizione d'equilibrio che la gravità fa costantemente allontanare da lui, esso girerà attorno al punto d'appoggio (fig. 221).

Dal qui detto, si comprenderà facilmente che quanto più il moto impresso alla trottola sarà rapido, quello dovuto alla gravità rimanendo costante,

più l'asse del moto risultante sarà vicino al suo asse materiale, e conseguentemente più il moto di rotazione dell'assieme attorno al perno sarà lento.

Così si spiega facilmente questo fatto, in appa-

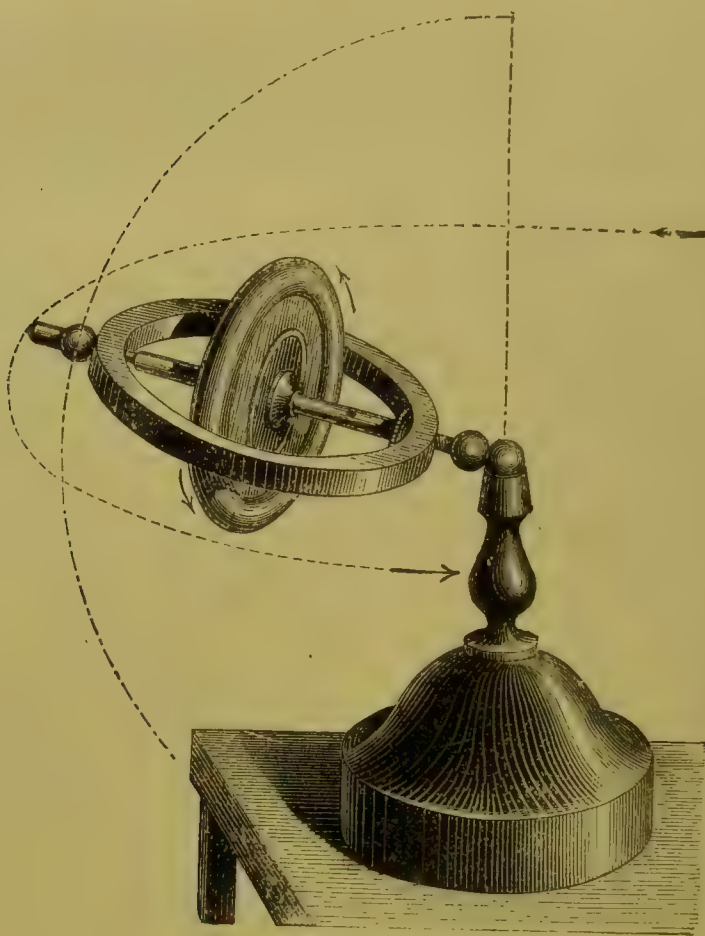



Fig. 221. La trottola magica.

renza incomprensibile, della gravità, forza verticale, che produce un movimento di rotazione in un piano orizzontale.

Si spiega colla stessa facilità con ragionamenti analoghi, tenendo conto delle resistenze passive

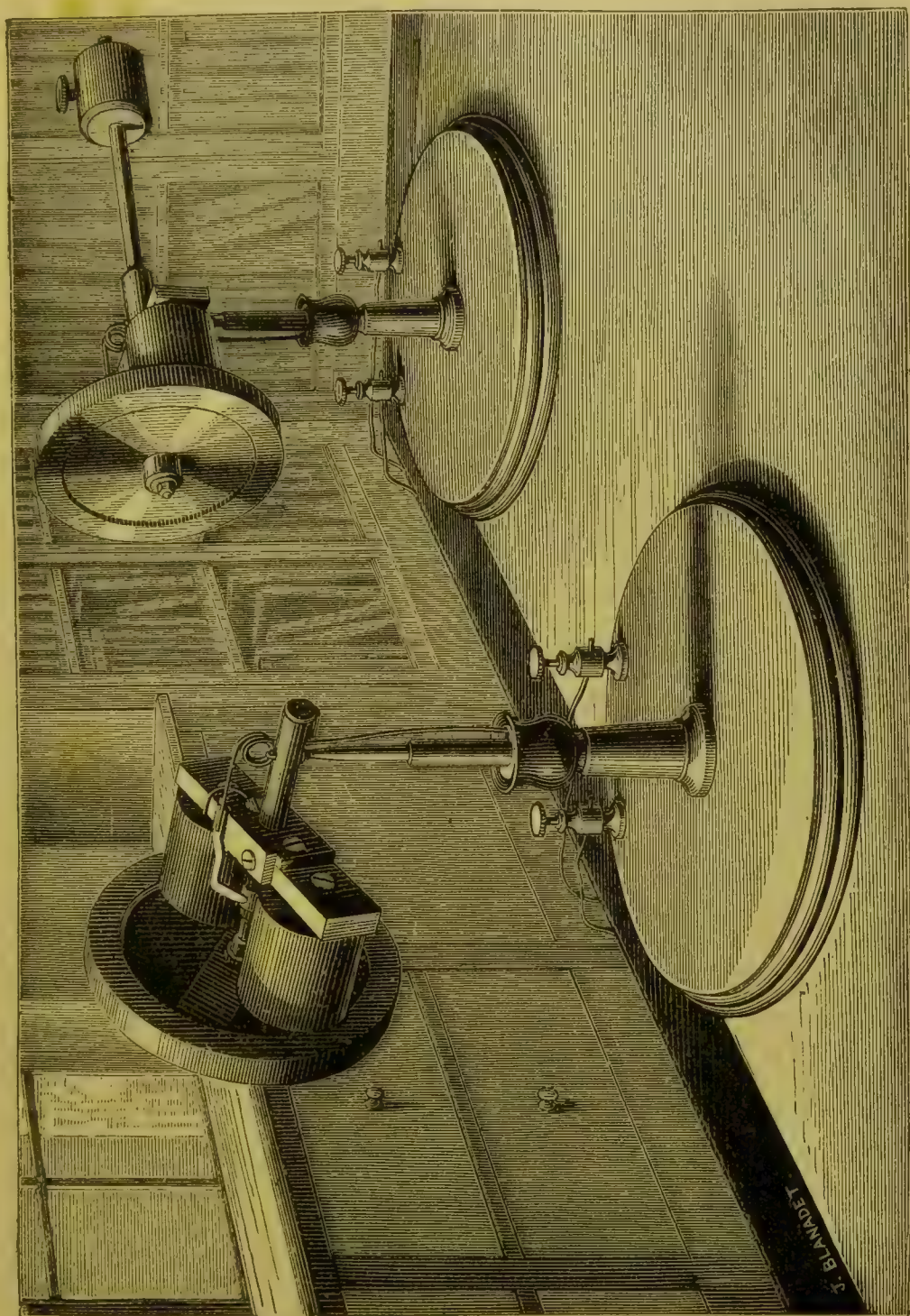



Fig. 222. Giroscopio elettrico.

perchè l'asse della trottola s'inchini a poco a poco, a misura che la velocità propria di quest'ultima decresce e che aumenta la velocità di rotazione attorno al punto d'appoggio; perchè essa cada immediatamente se un ostacolo si oppone a quest'ultimo movimento; perchè essa infine produca sulla mano che la sostiene delle reazioni che stupiscono le persone che la prendono per la prima volta

Si enuncia spesso il principio da noi spiegato dicendo che qualunque corpo in rotazione rapida rimane nel suo piano e non può essere allontanato se non dà una forza considerevole; è questo un ragionamento vizioso. Si deve enunciare questo principio nel modo seguente: Un corpo in rotazione rapida tende a rimanere nel suo piano, vale a dire il suo asse tende a rimanere sempre parallelo a sè stesso, e, invece di obbedire semplicemente a qualunque forza che tenda a cambiare la sua direzione, in seguito alla combinazione dei due movimenti simultanei, avviene uno spostamento dell'asse, in generale molto più leggero e di un'altra natura da quello che produrrebbe questa forza sullo stesso corpo in riposo.

Una delle più belle applicazioni che sieno state fatte di questa teoria è dovuta a Foucault. Il *giroscopio* che porta il suo nome è un disco pesante, il cui asse è sostenuto da una sospensione alla Cardan, in modo da potere, qualunque sia la po-

sizione di sospensione del sistema, conservare nello spazio una direzione costante. Così se il disco, per mezzo di un meccanismo speciale, è messo in rapida rotazione, si potranno far subire a questa sospensione tutti gli spostamenti possibili senza far variare il piano sul quale si muove il giroscopio. Supponendo perciò questo punto di sospensione fissato in maniera relativamente immobile, ma trascinato dallo stesso moto della terra, il piano di rotazione del disco non parteciperà interamente a questo movimento. Sarà, è vero, a meno di essere rigorosamente collocato al polo, trascinato nel moto di traslazione generale, ma rimarrà costantemente parallelo a sè stesso e sembrerà spostarsi rapporto agli oggetti circostanti che obbediscono più completamente di lui al moto di rotazione del globo attorno ai suoi poli. In tal modo si trova dunque sorpreso sul fatto e dimostrato chiaramente il moto del nostro pianeta.

È in virtù di questo principio che vediamo passare ogni giorno, sotto i nostri occhi, una moltitudine di fenomeni coi quali siamo talmente famigliarizzati da non badarci più. Così egli è perchè il cerchio tende a rimanere nel suo piano di rotazione che esso cammina verticalmente senza nè cadere, nè deviare; è per la stessa ragione che le trottole girano verticalmente sulla loro punta, ed allorchè sono inclinate, descrivono una serie di cir-

coli concentrici; che un giocoliere sostiene facilmente sulla punta di una bacchetta un piatto al quale esso imprime destramente un moto rapidissimo di rotazione, ecc., ecc.

È pure mercè questa proprietà dei corpi giranti che si sono potuti utilizzare, nell'artiglieria, i proiettili cilindrici o conici. In effetto, le scanalature elicoidali del cannone facendo girare rapidamente questi proiettili sopra sè stessi, il loro asse conserva una direzione invariabile durante lo spazio percorso e vanno a colpire il bersaglio colla loro punta. Senza questo movimento di rotazione essi si muoverebbero irregolarmente nello spazio, e, oltre a non avere alcuna precisione nel tiro, la resistenza dell'aria diminuirebbe la loro portata in proporzione enorme.

Il giroscopio, strumento oggi conosciuto e famigliare a tutti gli scienziati, è ancora l'oggetto di un problema di cui non si è ancora trovata la soluzione. Si è infatti soprannominato il paradosso della meccanica; perchè, sebbene dipenda dalla gravitazione, sembra tuttavia essergli indifferente.

Per rendere il moto del giroscopio continuo il più ch'è possibile, in modo da facilitare lo studio profondo dei suoi movimenti e per aggiungere un'altra influenza a quelle comprese nel giroscopio volgare e che producono i fenomeni di cui questo strumento ci presenta lo spettacolo, uno scienziato

americano ha utilizzato l'elettricità come agente motore. Il giroscopio, rappresentato a pag. 385 (fig. 222), ha un piedestallo pesante e voluminoso, in cui si eleva una colonna a punta, che sostiene le parti mobili dell'istrumento. Il sistema, di cui fanno parte le elettro-calamite, è fissato ad un fusto ove trovasi una cavità che riposa sulla punta della colonna verticale.

Una delle estremità della bobina magnetica si unisce a questa cavità; l' altra estremità comunica col pezzo metallico che riunisce i nuclei delle due calamite.

Nella parte superiore del pezzo metallico che sostiene le elettro-calamite, una molla a corrente interrotta è fissata ad un isolatore in cautsciù indurito; essa è disposta in modo da toccare un cilindretto sull'asse della ruota, due volte, ad ogni rivoluzione di questa ruota. La ruota, di cui il piano di rotazione è ad angolo retto colle calamite, porta una armatura di ferro dolce, che gira vicinissima alla calamita senza toccarla. L'armatura è messa in rapporto colla superficie di contatto del cilindro a corrente interrotta in modo che due volte durante ogni rivoluzione, quando l'armatura si avvicina alle calamite, essa viene attratta; ma, subito dopo, l' armatura giunge direttamente all' opposto della faccia delle calamite, la corrente è interrotta e l'impulso acquistato è sufficiente per muovere la

ruota fino a tanto che l'armatura sia nuovamente sotto l'influenza della calamita.

La molla, che interrompe la corrente, si riunisce ad un filo sottile di rame, che si prolunga nella parte posteriore fino alla punta della colonna e s'attortiglia parecchie volte per renderlo flessibile; finalmente si ripiega dall'alto in basso per immergersi nel mercurio contenuto in un vasetto annulare di vulcanite, collocato sulla colonna a punta, vicino al piedestallo.

Il piedestallo è munito di due serrafili, destinati a ricevere i fili della batteria. Uno di questi serrafili è riunito alla colonna a punta, e l'altro comunica, per mezzo di un filo sottile, col mercurio contenuto nel vasetto di vulcanite.

Le calamite, la ruota e tutte le parti riunite possono muoversi in una direzione qualunque attorno alla punta della colonna. Quando due grandi o quattro piccoli elementi Bunsen sono in rapporto col giroscopio, la ruota gira con una grande velocità, e, lasciando agire le calamite (operazione che esige una certa destrezza), la ruota non solo si sostiene da sè medesima, ma sostiene ancora le calamite e gli altri oggetti che sono fra essa e la punta della colonna contrariamente alle leggi di gravità. La ruota, oltre al girare rapidamente attorno al suo asse, compie una lenta rivoluzione attorno alla colonna a punta, nella direzione del

moto che ha assunto la *parte inferiore* della ruota.

Applicando il braccio ed il contrappeso della macchina come si vede nell'incisione (fig. 222), in modo che la ruota e le calamite si controbilancino esattamente in rapporto colla colonna a punta, tutta la macchina rimane stazionaria. Se si dà la preponderanza alla ruota ed alle calamite, la rotazione dell'apparecchio avviene in una direzione opposta o nella direzione che si effettua girando la *parte superiore* della ruota.

Questo giroscopio fa vedere la persistenza con cui un corpo, al quale s'imprima un moto di rotazione, si conserva nel piano della sua rotazione, malgrado la gravitazione. Mostra pure il risultato dell'azione combinata di due forze tendenti a produrre delle rotazioni attorno a due assi separati, ma situati nel medesimo piano.

La rotazione della ruota attorno al suo asse, prodotta, nel caso presente, dall'elettro-calamita, e la tendenza della ruota a cadere od a girare in un piano verticale, parallelo al suo asse, danno per risultato la rotazione dell'intero istrumento attorno ad un nuovo asse, che coincide colla colonna a punta.

GLI APPARECCHI DEL VOLO MECCANICO.

Il cervo-volante, conosciuto dalla più remota antichità, e costruito da un gran numero di popoli, è un oggetto conosciutissimo, che non descriveremo;

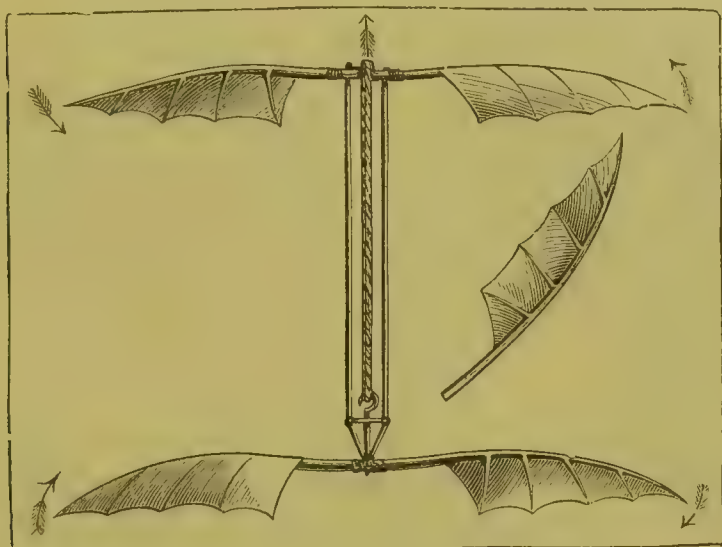



Fig. 223. Apparecchio volante Pénaud, o Elicottero.

parleremo solamente di alcuni apparecchi per volare meccanicamente, più interessanti e meno volgari.

Pénaud ha costruito degli apparecchi ove il cautsciù per torsione fa ufficio di motore: la figura 223 rappresenta uno di tali apparecchi, il quale s'innalza nell'aria dal momento che viene abbandonato dopo aver ritorto la gomma elastica attorno all'arco centrale.

La figura 224 rappresenta un altro tipo d'apparecchio; è un *aeropiano* nel quale un'elica trovasi nella parte anteriore, perchè non riceva il colpo

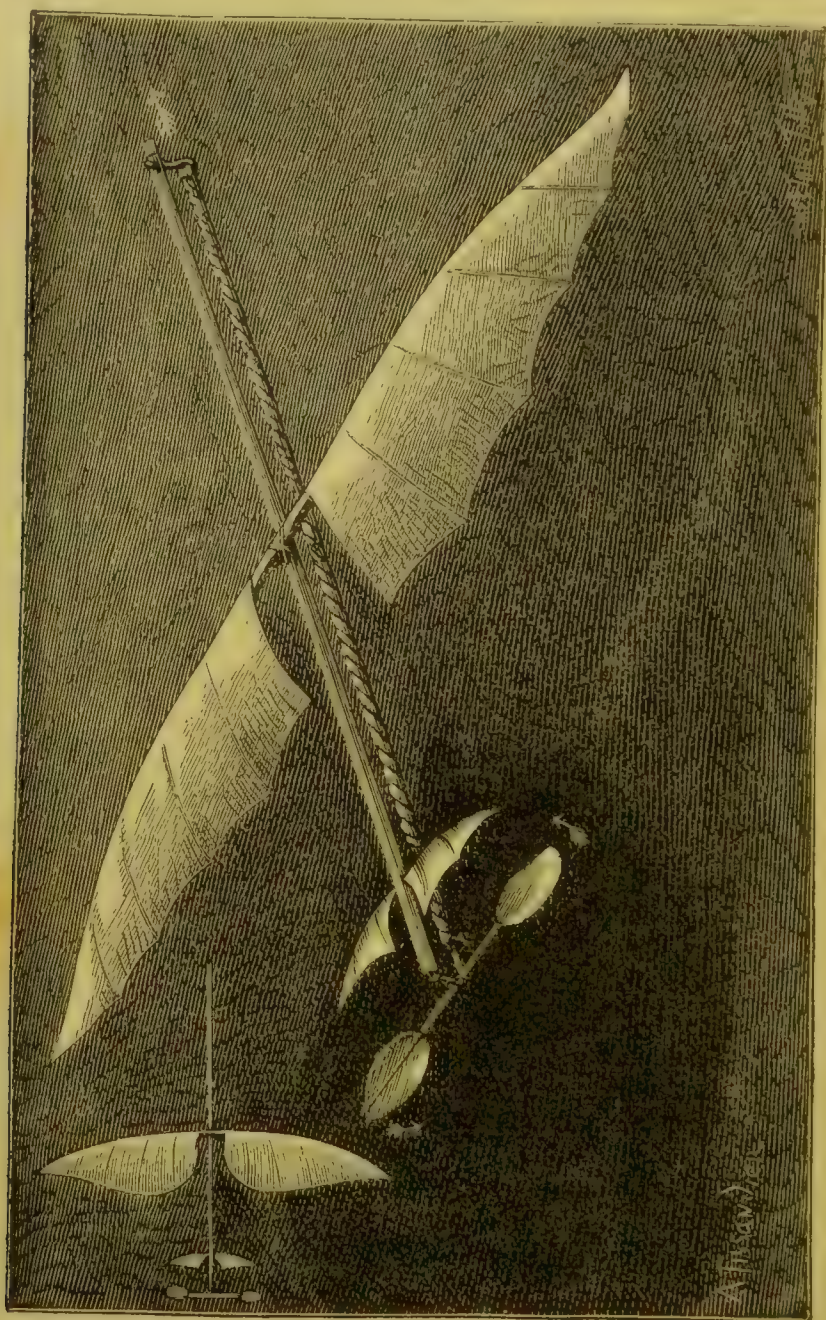



Fig. 224. Aeropiano Pénaud.

dell'apparecchio venendo ad urtare contro un ostacolo.

Se dopo avere convenevolmente ritorto il caut

sciù si abbandona l'apparato a sè stesso, in una posizione orizzontale, lo si vede discendere un istante; poi, acquistata la sua velocità, innalzarsi e

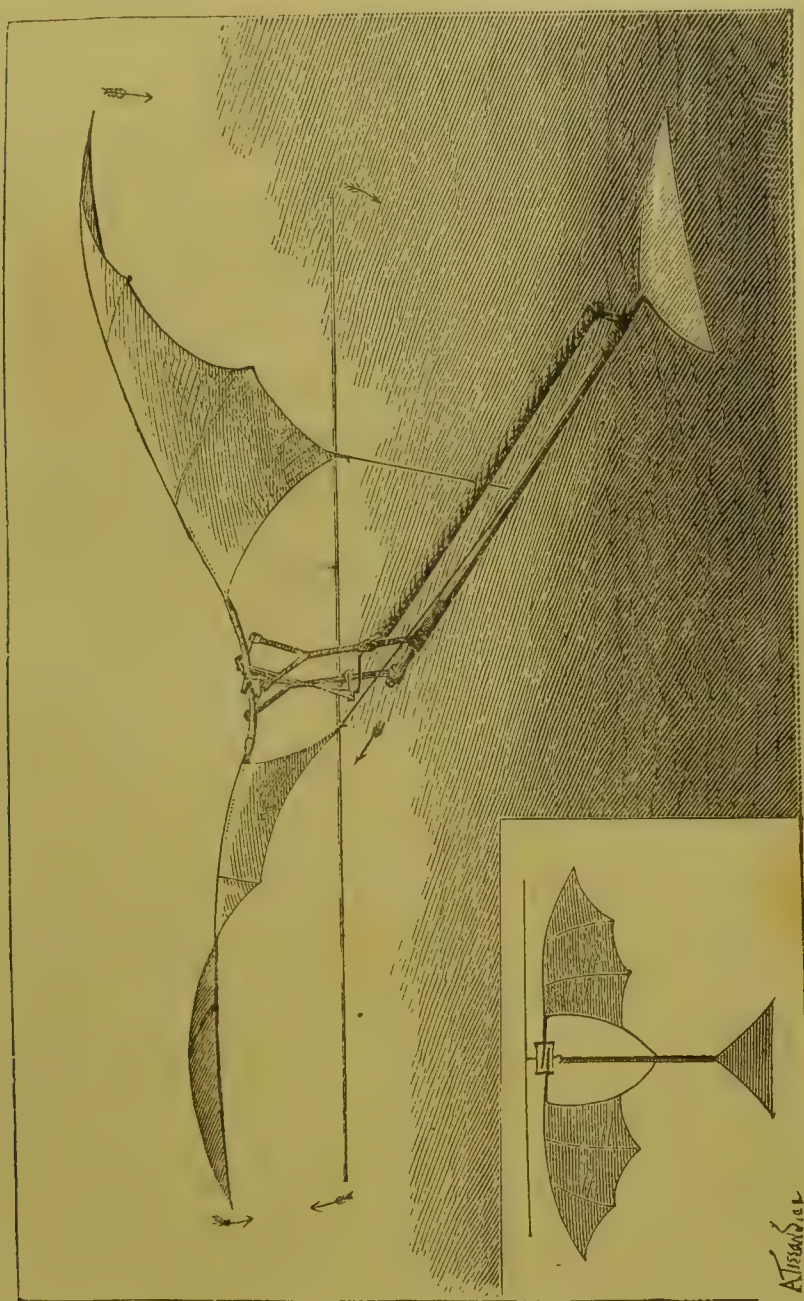



Fig. 225. Uccello meccanico Pénaud.

descrivere con un moto regolare, a sette od otto piedi dal suolo, una corsa di 40 metri circa che dura 11 secondi.

Alcuni modelli hanno anche raggiunto più di 60 metri, mantenendosi 13 secondi nell'aria, liberi, come uccelli, da ogni legame col suolo.

Durante questo tempo, il timone reprime con perfetta precisione, le inclinazioni ascendenti e discendenti, dal momento che si producono; e si osservano allora abbastanza sovente delle oscillazioni nel volo, come le vediamo descrivere dai passeri e specialmente dal picchio verde. Finalmente, quando il movimento è vicino al suo fine, l'apparecchio cade dolcemente a terra, seguendo una linea obliqua, e rimanendo perfettamente perpendicolare.

Pénaud è giunto a costruire un uccello meccanico che abbiamo visto agire, e che vola alcuni istanti; lo riproduciamo a pag. 395 (fig. 225).

L'ELETTROFORO PEIFFER.

Ci pare interessante di menzionare un giuochetto gentile, che ottenne un grandissimo successo presso i fanciulli, e che ha il merito incontestabile d'iniziarli di buon'ora a tutti i principali fenomeni di elettricità-statica, e di insegnar loro la fisica divertendosi.

Questo è un piccolo elettroforo immaginato da Peiffer, e ridotto ad un tal grado di semplicità, da consistere unicamente, in una placca sottile di ebo-

nite, di un millimetro di spessore, e della grandezza di un foglio grande di carta da lettera. Il disco di legno stagnato dell'elettroforo classico che si trova descritto in tutti i trattati di fisica, è sostituito da un piccolo foglio di stagno grande come una carta da giuoco, e incollato sopra uno dei lati della tavoletta di ebonite.

L'elettroforo d'ebonite produce l'elettricità con una singolare facilità. Ponetelo in piano sopra una tavola di legno, strofinatelo successivamente sulle sue due faccie con la mano bene aperta; se lo sollevate tenendolo nella mano sinistra, e se avvicinate la mano destra alla foglia di stagno incollata sopra una delle sue faccie, farete scoccare una scintilla di 1 a 2 centrimetri di lunghezza.

L'elettroforo d'ebonite è completato da una serie di piccole figurine di midollo di sambuco, le quali permettono di manifestare in modo dilettevolissimo i fenomeni d'attrazione e di ripulsione elettrica. Elettrizzate la tavoletta d'ebonite, collocate sulla foglia di stagno le tre piccole figurine di sambuco che vanno unite all'apparecchio, e sollevate la tavoletta per isolarla dal suo punto d'appoggio. Ecco un personaggio che alza le braccia al cielo, eccone un secondo, i cui capelli di seta si rizzano, eccone un altro più leggero degli altri, che si slancia come un pagliaccio, e che fugge volteggiando, con le due piccole palle, di sambuco che

gli stanno a lato. Abbiamo riunito in una sola figura i tre piccoli personaggi, ma si fanno abitualmente lavorare isolatamente (fig. 226).

Peiffer ha riunito in una scatola tutti gli accessorii conosciuti di una macchina elettrica: una bot-

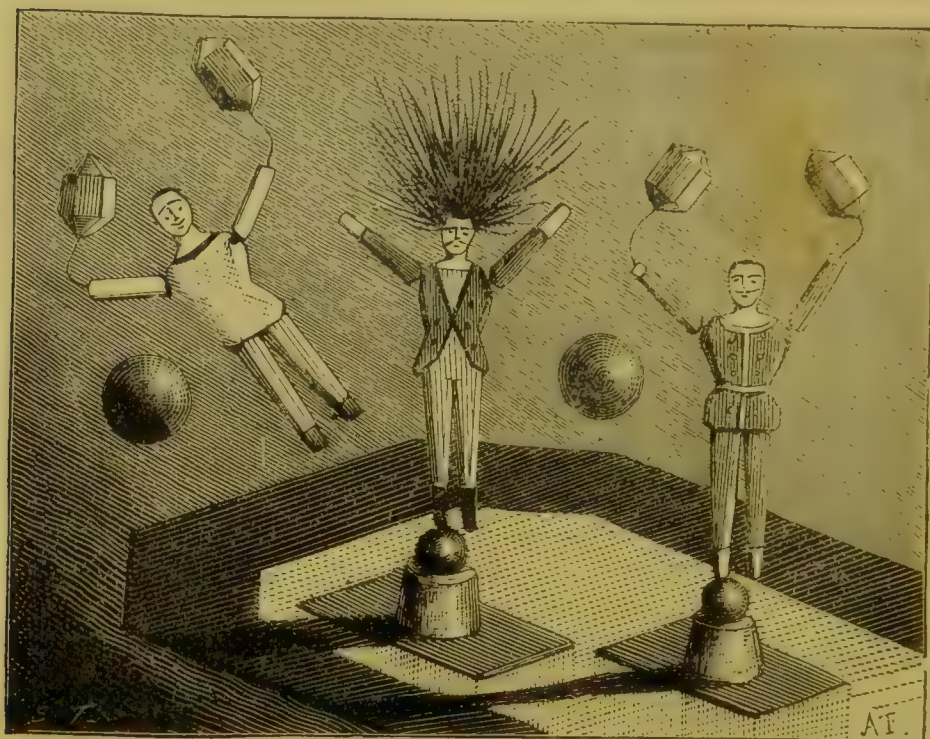



Fig. 226. Figurine di midollo di sambuco dell'elettroforo d'ebonite di Peiffer.

tiglietta di Leyda in miniatura, uno scampanio elettrico, la pistola di Volta, il quadrello scintillante, un tubo di Geissler, ecc.; tutti questi esperimenti sono ridotti alla loro più semplice espressione, e gli apparecchi che necessitano stanno in una scatola di cartone; essi sono collocati a lato dell'elettroforo di ebonite, che sostituisce così una mac-

china elettrica ingombrante e di un funzionamento delicato.

Peiffer completa infine il suo piccolo gabinetto portatile di fisica elettrica con un libercolo interessantissimo, che serve di guida al giovane fisico, insegnandogli le prime nozioni della scienza.

“ È facile comprendere, dice Peiffer nella sua prefazione, come si possa e così si debba, per l'istruzione del fanciullo, trarre partito dalle sue facoltà nascenti. Volete vòi utilizzarle con frutto? Mettetegli fra le mani dei giuochi che, sotto una forma attraente, lo famigliarizzino di buon'ora e senza fatica colla scienza, la cui conoscenza più tardi gli sarà assolutamente indispensabile, e ciò divertendolo molto più che coi giuochi che da tanto tempo sono sempre gli stessi. „

Ecco delle eccellenti e giuste parole alle quali ci associamo pienamente. Sì, la scienza ben compresa, bene insegnata, può essere messa alla portata dell'infanzia, essa deve animare i giocattoli, e servire a coltivare le giovani intelligenze, come più tardi essa contribuisce ad assicurare lo sviluppo dei lavori fatti dall'uomo.

Dopo aver descritto la trottola magica, gli apparecchi del volo meccanico e l'elettroforo, descriveremo ora due apparecchi ingegnosi dovuti all'abile costruttore signor Salleron.

PICCOLO BATTELLO A VAPORE ATMOSFERICO.

Questo piccolo battello (fig. 227), che ha le proporzioni di un giocattolo da fanciullo, è una applicazione ingegnosissima, se non pratica, della leggerezza specifica dell'aria che opera come forza propulsiva. Il vapore non fa in realtà che un ufficio secondario, il quale consiste nel trattenere per aspirazione l'aria destinata a far muovere il battello. L'apparato rappresentato in sezione (fig. 228) è, come si può giudicare, di un'estrema semplicità. Una piccola caldaia cilindrica C, sormontata da un tubo ad orifizio capillare, è collocata su due sostegni sopra una lampada ad alcool, in modo che il becco da cui esce il vapore si trova in faccia all'apertura del tubetto E. Questo tubetto esce di dietro al battello sotto un canaletto inclinato R. Il vapore scacciato dal tubo T, trascina seco una certa quantità d'aria, la quale, condotta sotto l'acqua, risale lungo il piano inclinato che forma il fondo del canaletto, spinge il battello in avanti e esce dall'acqua gorgogliando. La navicella prende tosto una grande velocità lasciando dietro di sè un lungo solco.

Come si vede, qui non esiste alcun organo mec-

canico suscettibile d'assorbire della forza viva nè di diminuire l'azione del vapore determinando la sua condensazione.

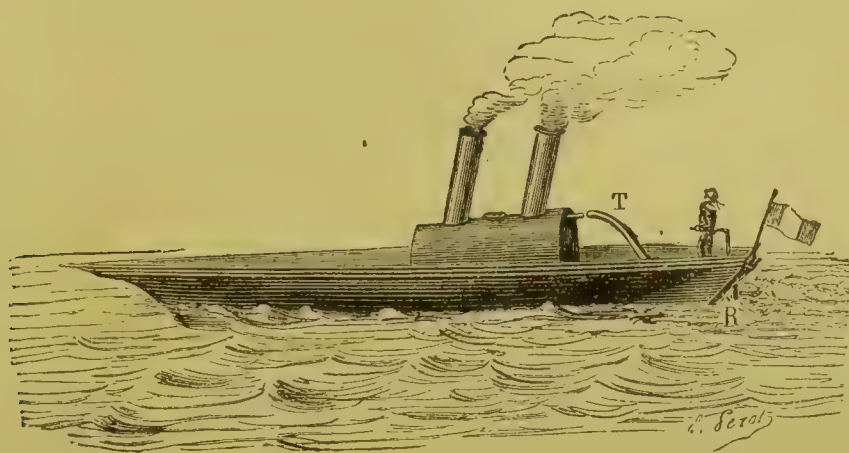



Fig. 227. Piccolo battello a vapore atmosferico.

Calcoliamo ora la forza generata da questo apparecchio.

Si sa che un litro d'acqua portato all'ebollizione

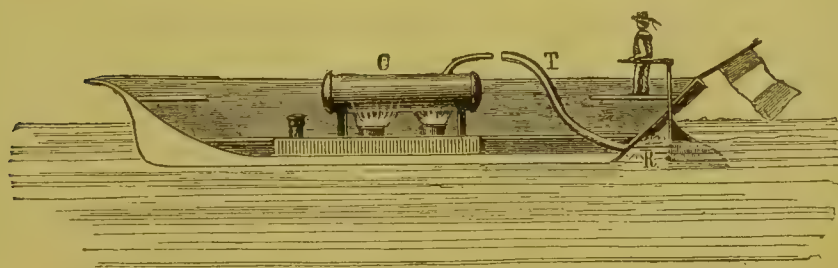



Fig. 228. Il medesimo rappresentato in sezione.

dà 1,700 volte il suo volume, o 1,700 litri di vapore, consumando r66 grammi di carbone. Il vapore, uscendo dall'orifizio della caldaia con una

velocità considerevole, trasporta almeno 10 volte il suo volume o 17,000 litri d'aria, che, spinti nell'acqua, assumono una forza ascendente eguale alla differenza della densità dell'acqua e dell'aria, o, quasi, al peso dell'acqua spostata (principio d'Archimede).

Dunque in un litro d'acqua trasformata in 1,700 litri di vapore, i quali trascinano nell'acqua 1,700 $\times$ 10 = 17,000 litri d'aria, si sviluppa una forza rappresentata da 34,000 chilogrammi che non ha costato che 166 grammi di carbone.

Certamente, in seguito alla posizione inclinata della scanalatura su cui agisce la pressione dell'aria ed alle dimensioni piccolissime che gli si possono dare, la quantità di forza impiegata per la propulsione del battello non è che una frazione della forza totale prodotta.

La resistenza di trazione aumenta allora colla grandezza della nave, e le dimensioni del piano inclinato non potendo essere aumentate indefinitamente, risulta che l'azione propulsiva reale è tosto insufficiente, in modo che l' invenzione non è, nello stato attuale, applicabile sopra vasta scala alla navigazione. La sua superiorità sulla macchina a vapore non è dunque dimostrata; così non parliamo del battelletto atmosferico se non per provare sperimentalmente essere possibile l'ottenere, per mezzo di generatori poco potenti, e con

apparati meccanici di una grande semplicità, degli effetti dinamici di una grande energia e suscettibili di rendere più servizi di quello che si creda comunemente.

FONTANA DI CIRCOLAZIONE.

L'apparecchio qui avanti (fig. 229) permette di eseguire un esperimento elegantissimo, il quale mostra l'influenza che la capillarità può esercitare sul moto dei liquidi.

Due sfere di vetro B B′ comunicanti fra loro per mezzo di due tubi; l'uno dritto, e di un diametro abbastanza grande, l'altro sottilissimo e formante dei meandri più o meno complicati. Il tubo grosso penetra nella sfera B′ e s'innalza in una punta affilata J che sfiora l'orifizio del tubo sottile. Questa stessa sfera porta alla sua parte inferiore un'apertura che si chiude con un turacciolo e per la quale si versa entro un liquido colorato. L'apparato è fisso sopra una tavoletta munita alle due estremità di appositi anelli, per mezzo dei quali si appende al muro.

Per fare l'esperimento, si sospende l'apparecchio in modo che la sfera B′ rimanga in alto. Il liquido scorre senza presentare alcun fenomeno singolare,

e si raccoglie nel tubo B. Quando è in riposo, si capovolge l'apparato. Il liquido allora ridiscende con velocità, scaturisce dal beccuccio affilato J e sale nel tubo tortuoso; ma l'aria spostata nella sfera B' sale essa pure, si mescola col liquido e vedonsi circolare in tutto il disegno delle bolle d'aria che s'alternano colle gocciolette liquide e trasmettono di vicina in vicina la pressione della colonna contenuta nella sfera superiore e nel tubo verticale; così bene che, in seguito ad un fenomeno analogo a quello che avviene nella fontana di Jerone, il liquido s'innalza più alto del livello del serbatoio e ne ricade una parte nella sfera superiore B, ciò che fa maggiormente durare l'esperimento.

Fig. 229. Fontana di circolazione.

Questa circolazione delle bollicine d'aria e delle gocciole colorate nel capriccioso circuito dell'apparato è di un effetto bellissimo.

Gli esperimenti relativi ai moti dei liquidi erano una volta eseguiti frequentemente dai fisici, specialmente in ciò che concerne i getti d' acqua e le loro variazioni.

Diremo qui poche parole relativamente ad un esperimento conosciutissimo, il quale consiste nel

collocare all'estremità di un getto d'acqua una figurina costrutta a tale scopo, di cui la parte inferiore termina con una concavità che le permette di soggiornare nella parte superiore del getto liquido. Si può ancora sostituirlo con un guscio di un uovo vuoto. I fabbricanti speciali costruiscono pure dei tubi particolari che permettono di variare la forma dei getti d'acqua, di dargli l'aspetto di zampilli più o meno abbondanti, o di farli scorrere, attraverso fori piccolissimi, in modo che l'acqua assuma l'aspetto di una vera lama liquida. Con un poco di abilità, non è cosa impossibile costruire da sè stessi sistemi di questo genere, che presentano molte particolarità.

I PESCI MAGICI.

Un fisico distinto, Combettes, si è dato alla costruzione di un numero straordinario di giocattoli ed apparati scientifici ad uso della gioventù, fra i quali notiamo il curioso esperimento che rappresentiamo qui sotto.

Un recipiente cilindrico pieno d' acqua tiene in sospensione dei pesci di latta, assai simili a quelli che i fanciulli fanno girare sulla superficie dell'acqua per mezzo di una calamita. Ma in questo caso il meccanismo è nascosto; secondo la volontà dell'ope-

ratore, i pesci compiono un movimento di rotazione ora in un senso, ora in un altro. Il secreto di questo esperimento spiegasi facilmente da sè medesimo per mezzo della figura qui sotto (figura 230).

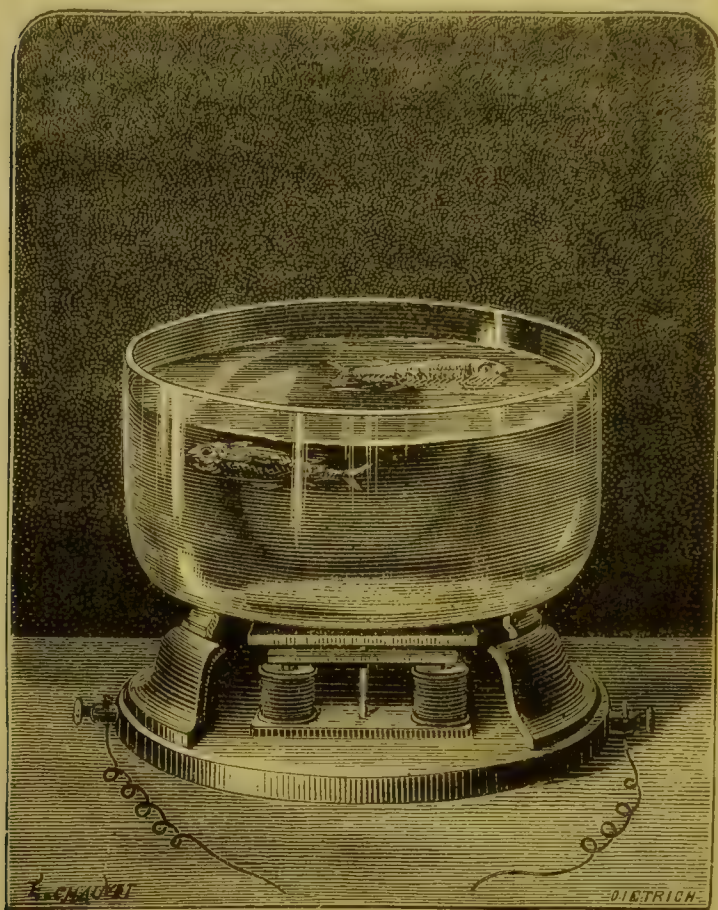



Fig. 230. Esperimento dei pesci magici messi in moto dall'elettricità.

Nella base di legno che sostiene il recipiente trovasi nascosto un piccolo motore elettrico, il quale agisce sul ferro dolce di cui i pesci galleggianti sono muniti. Quando si fa passare la corrente elet-

trica, il piccolo motore di Combettes si mette in azione e trascina seco i pesciolini, che nuotano nel liquido. Il movimento di rotazione può cambiarsi a volontà, per mezzo di un commutatore.

Abbiamo visto agire questo apparecchio, il cui meccanismo produce un'illusione interessantissima.

SALVADANAJO AMERICANO.

In un mio viaggio a Londra, passeggiando nel *Sydenham Palace,* la mia attenzione venne attratta da un salvadanajo sormontato da una scatola, ove vedevasi una veduta analoga a quelle che si costruiscono sotto gli orologi a musica. Questo quadro rappresentava una strada di Londra. Le vetture ed i passeggeri erano rappresentati in intagli rilevati in cartone, collocati in una guida. Un cartello molto visibile portava questa iscrizione:

Avviso ai visitatori. Gettate una moneta da due soldi nel salvadanajo, ed il quadro meccanico funzionerà. Io cedetti a questo invito. Lasciai cadere una moneta nel salvadanajo, e subito vidi le funicelle del piccolo quadro meccanico strisciare nelle scanalature ed i passeggieri muoversi sulla strada. Un numero grandissimo di visitatori imitava questo esempio, e senza alcun dubbio il sal-

vadanajo era pieno alla fine della giornata. Questo ingegnoso mezzo di fare, senza grandi spese e senza alcun impiegato, un incasso importante, mi parve abbastanza interessante per meritare una descrizione.

Il *Scientific American* di New-York ha recentemente dato la spiegazione di questo curioso meccanismo molto usato anche nelle esposizioni dell'altra costa dell'Atlantico. Riproduciamo quanto esso pubblicò su tale argomento.

“ Fra le invenzioni che avevano per iscopo di sottrarre delle monete ai visitatori dell'Esposizione di Filadelfia, dice il redattore americano, citeremo i singolari salvadanaj che l' inventore collocò nei saloni degli alberghi principali, nelle gallerie dell'Esposizione, ecc. Questi apparecchi consistevano in una cassetta munita di un vetro, attraverso il quale si poteva vedere una campagna in miniatura, con alberi, case, passeggeri, il tutto costrutto in cartone e dipinto con molta precisione. Sulla scatola eravi un cartello che invitava i visitatori a lasciar cadere nel salvadanajo una moneta da cinque centesimi per vedere ciò che risulterebbe da questa introduzione. Quando la moneta era caduta, metteva in moto le ruote di un meccanismo nascosto; si vedevano allora i piccoli personaggi del quadro mettersi in moto, eseguire una corsa a cavallo, una caccia alla volpe, ecc. Un altro salvadanajo perfezionato otteneva molto più successo; la scatola

superiore poteva lasciar cadere da sè sola, fra le mani del visitatore, una fotografia rappresentante l'immagine di un personaggio celebre. Ma, per avere questa fotografia, bisognava, secondo l'avviso, gettare

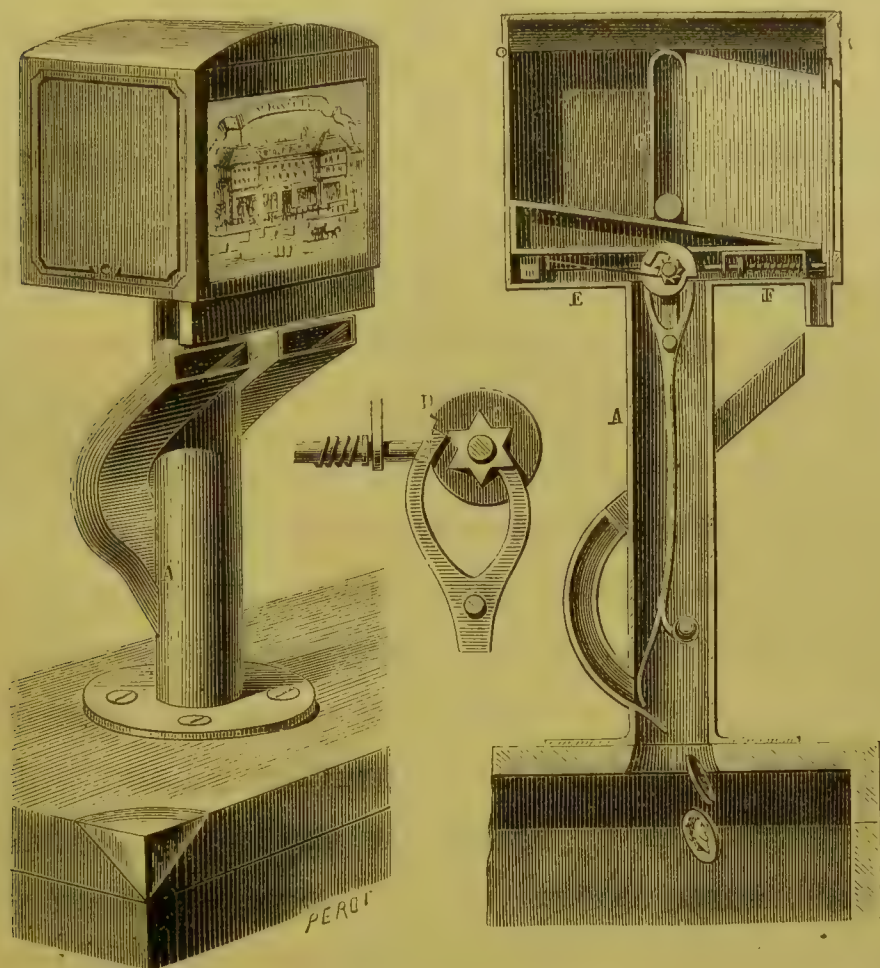



Fig. 231. Salvadanajo americano.

nel salvadanajo un certo numero di monete da cinque centesimi. La fotografia non poteva uscire se non dopo l'introduzione del numero di monete richieste, e l'apparecchio, bisogna dirlo, era di una lealtà automatica. „

La figura 231 mostra la semplicissima disposizione di questo sistema. A sinistra, vedesi l'apparecchio com'era esposto; a destra esso è rappresentato in sezione longitudinale.

Nel piano superiore della cassetta inferiore o del recipiente contenente le monete, trovasi una colonna forata A, la quale sostiene la scatola in cui le carte fotografiche sono collocate in un piano inclinato ed appoggiano dolcemente contro un vetro. Le monete cadendo, urtano l'estremità di un bilanciere verticale, che gira subito sopra un' asse ed imprime un moto di rotazione ad una ruota dentata C (vedi il dettaglio del meccanismo). La ruota C ha tanti incavi quante monete necessitano per provocare la caduta di una fotografia. Sull'albero della ruota di scappamento havvi una ruota dentata ed una vite perpetua D; questo albero è mosso da una corda che gli si attortiglia e va a riunirsi ad una molla E. Un chiavistello F, spinto da una molla, appoggia costantemente contro la vite perpetua D, in modo che ad ogni rivoluzione della ruota o della vite, giacchè questi due organi sono animati dallo stesso moto, il chiavistello cadendo nell'incavo della vite si ritira sufficientemente per permettere alla prima fotografia di cadere, la fotografia seguente rimanendo sul chiavistello. Per introdurre le fotografie, si solleva, poi si chiude il coperchio del recipiente. Collocate sopra un piano inclinato, esse sono sem-

pre spinte in avanti da un telaio mobile G, che ha un cilindro alla sua base. In questo modo, a seconda che la retrocessione del chiavistello permette ad una fotografia di cadere, un'altra la sostituisce vicinissima al vetro.

Si osserverà che la ruota a scappamento ha sei incavi. Siccome una moneta non soleva il bilanciere che una sola volta, è evidente che bisogna introdurre sei monete perchè la ruota compia una rivoluzione intera, e che il chiavistello si ritiri una volta. Si può fare alla ruota un numero maggiore o minore d'incavi a piacere dell'inventore; poichè è chiaro che per questo mezzo si è sicuri di far pagare il prezzo che si esige per ciascuna fotografia.

Questa invenzione non è soltanto un oggetto futile; essa può venire utilizzata per distribuire degli avvisi, per vendere dei giornali che si potrebbero introdurre nella cassa dopo averli piegati uniformemente. Si potrebbe pure adoperare per il pagamento delle vetture circolanti sulle grandi strade; ogni persona ricevendo un biglietto lo rimetterebbe al conduttore.

GIOIELLI ELETTRICI ANIMATI. - GIOCATTOLI DIVERSI.

Trouvé ha saputo ricavare un ingegnoso partito dall' elettricità per ottenerne degli effetti nuovi e spesso imprevisti. Parleremo ai lettori dei graziosissimi gioielli elettrici che gli sono dovuti. Descriviamone qualcuno.

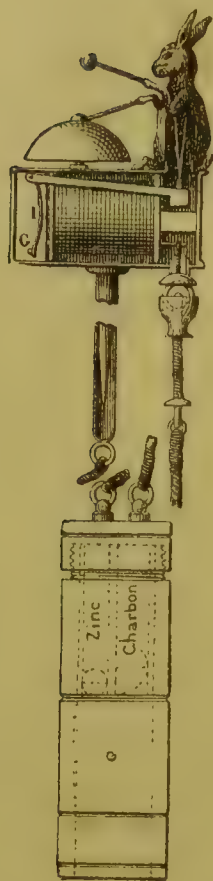



Fig. 232. Sezione di un gioiello elettrico e della pila che lo mette in moto.

Il teschio collocato alla destra dell'uccello nella figura 233 è in oro con pitture sullo smalto; esso ha due occhi in diamanti ed una mascella articolata. È un gioiello che si porta sulla cravatta.

Il coniglio, pure d'oro, collocato alla sinistra dell'uccello, è seduto sulla sua coda e tiene fra le zampe anteriori due piccole bacchette, colle quali eseguisce un rullo sopra una campana microscopica d' oro. Ancora un gioiello per cravatta.

Un filo conduttore invisibile riunisce l'oggetto con una piccola pila ermetica della grossezza di una spagnoletta, che si nasconde nella tasca del panciotto (fig. 232). Supponete che portiate uno di questi gioielli sotto il mento; se qualcuno lo ammira, voi introducete

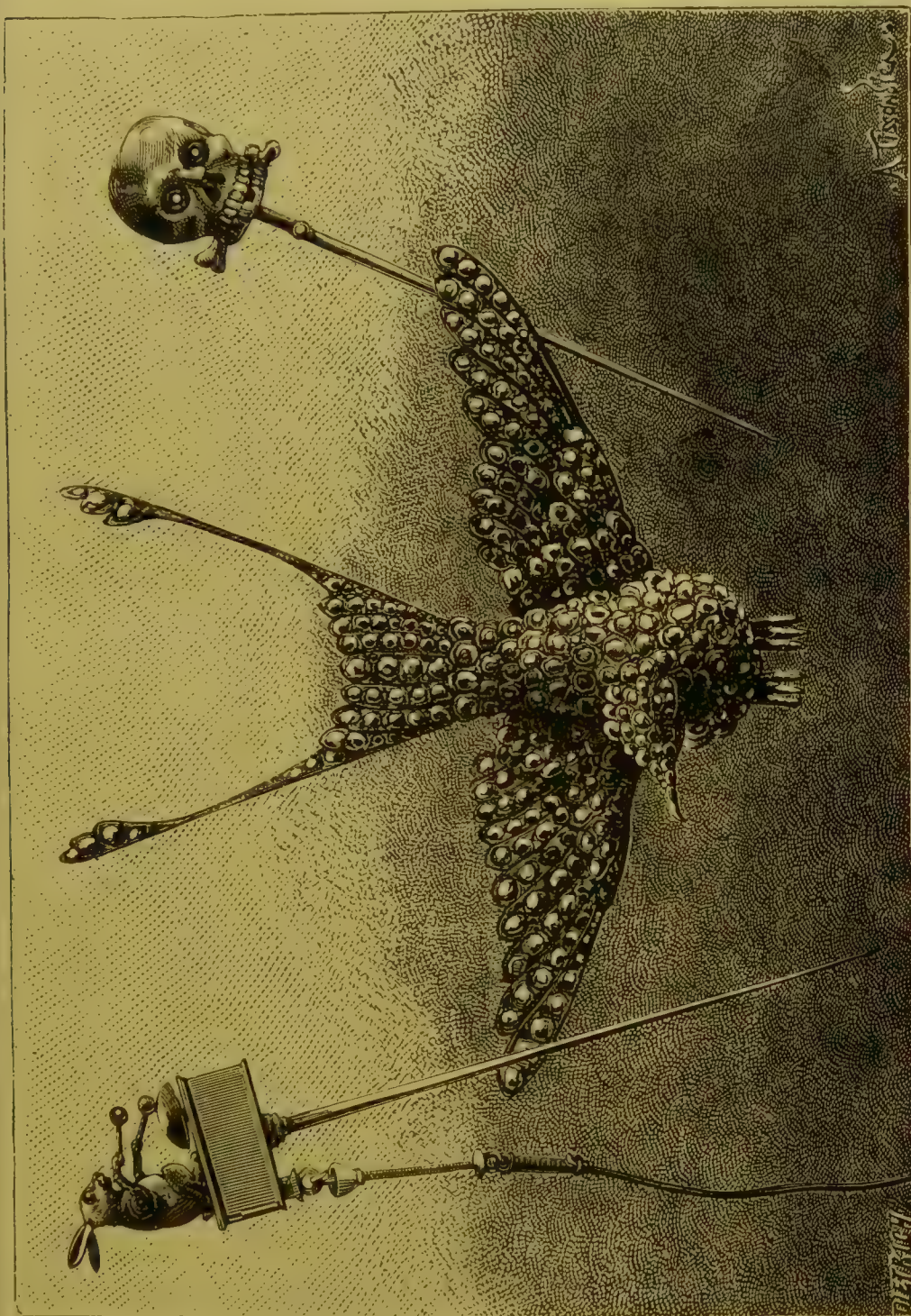



Fig. 233. Gioielli elettrici di Trouvé.

un dito nella tasca del panciotto, fate agire la pila, e subito il teschio straluna gli occhi scintillanti e digrigna i denti, oppure il coniglio si mette a suonare come un timpanista dell'Opera.

Il pezzo principale, l'uccello in diamanti che abbiamo unito nella incisione col teschio ed il coniglio, non è un gioiello da cravatta, ma un ricco ornamento animato (fig. 233). Questo oggetto d'arte appartiene alla signora di Metternich. Quando una signora lo porta nella sua capigliatura, essa può a volontà far battere le ali all'uccello di diamanti, per mezzo di un filo nascosto, che nessuno può vedere.

Dobbiamo ora dare una breve descrizione della pila ermetica che mette in azione i gioielli di cui abbiamo dato un sunto, e che Trouvé ha applicato ad un numero grandissimo di apparati speciali di cui si servono i nostri medici.

Questa pila è formata da una coppia di zinco e di carbone collocata in un astuccio di cautsciù indurito (ebonite), chiuso ermeticamente. Lo zinco ed il carbone non occupano che la metà superiore dell'astuccio; l'altra metà contiene il liquido eccitatore.

Nel tempo che l'astuccio conserva la sua posizione naturale, il coperchio in alto, il fondo in basso, l'elemento non pesca nel liquido; non vi è dunque produzione di elettricità, nè spesa alcuna per conseguenza. Ma dal momento che l'astuccio viene rovesciato o collocato orizzontalmente, la reazione chi-

mica che genera la corrente, ha luogo, e continua fino a tanto che l' astuccio conserva questa posizione; al contrario, raddrizzandosi la pila, cessa ogni funzione.

Fig. 234. Spirale di carta messa in rotazione per mezzo di un parafuoco.

Abbiamo avuto occasione di visitare, un giorno, una grandiosa fabbrica di giocattoli (ne esistono alcune a Parigi, che hanno l' importanza di stabilimenti industriali), e ne siamo usciti pieni di ammirazione per questi artisti ignorati, per questi inventori

ingegnosi ed oscuri, che fabbricano le bambole parlanti, confezionano i conigli sapienti e costruiscono con rara abilità gli innumerevoli oggetti che hanno sempre il privilegio di fare la gioia dei fanciulli.

La figura 234 rappresenta un'elica di carta sot-

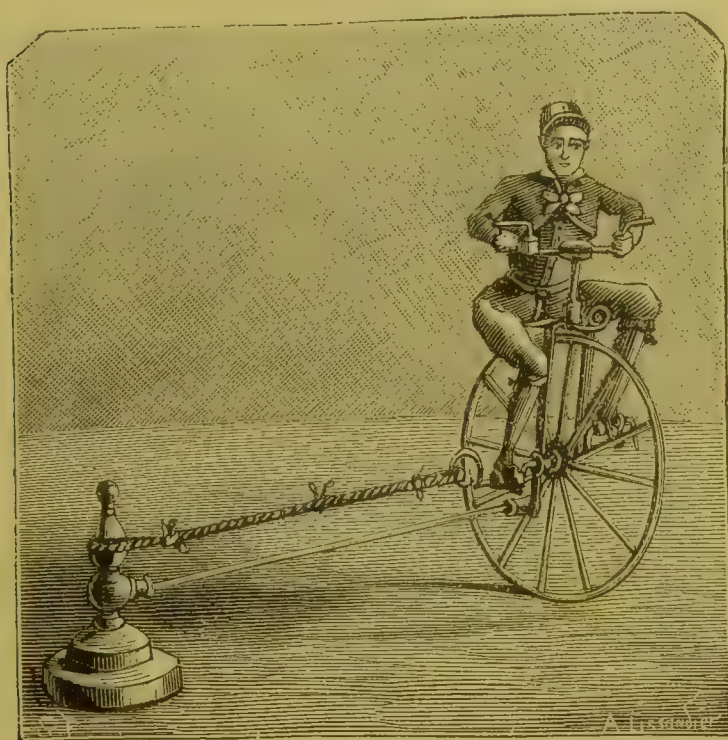



Fig. 235. Velocipide messo in moto da una molla di gomma elastica.

tile, montata sopra un telaio ed una cornice circolare egualmente fatti con carta sottilissima. Quest'elica può essere sostenuta nell'aria mediante l'influenza di una corrente d'aria ascendente abilmente prodotta da un piccolo ventaglio o parafuoco. Il sistema si mette allora a girare rapidamente.

Dei graziosissimi giocattoli consistono ancora in

piccoli apparecchi meccanici messi in moto da molle di gomma elastica. Il velocipedista della figura 235 gira attorno ad un perno centrale, quando sia tesa precedentemente per torsione la striscia di gomma elastica al quale si trova unita, come mostra il

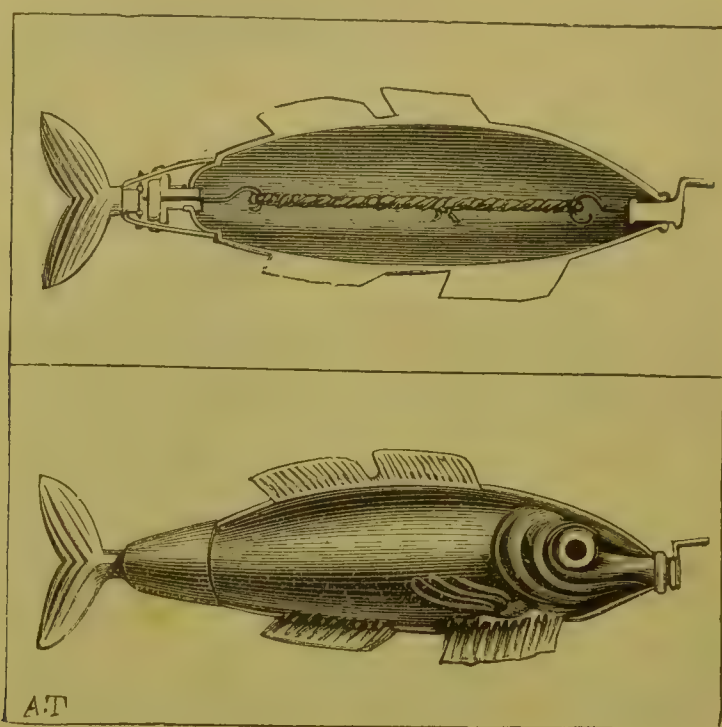



Fig. 236. Pesce nuotatore; particolari del meccanismo.

disegno. Vi è in ciò un interessante esempio dell'immagazzinamento della forza mediante una molla.

Il *pesce nuotatore* (fig. 236), che si muove nell'acqua in un modo curiosissimo, mercè il movimento di va e vieni della sua coda, agisce in conseguenza dello stesso principio. Si torce ripetutamente la molla di gomma elastica per farlo agire;

ma qui il motore è in comunicazione con una ruota dentata, la quale a guisa di uno scappamento d'orologeria imprime un movimento di va e vieni alla coda mobile attorno ad un asse. Questi dettagli di costruzione sono utili ad esaminarsi; bisognerebbe farli conoscere e spiegarli ai fanciulli, che sono naturalmente curiosi, e che non hanno sempre torto di spezzare i loro giocattoli per *vedere ciò che vi è dentro.* Essi rappresentano talvolta piccoli scienziati, che ricorrono al metodo sperimentale e che *fanno l'analisi* degli oggetti che vogliono studiare. Non resterebbe altro a loro che d'imparare a *fare la sintesi*, cioè a ricostruirli per mezzo delle diverse parti separate.

Si vede che questi giocattoli costituiscono degli oggetti graziosissimi di cui il modo di funzionare è veramente ingegnoso. Li lasceremo, per indicare, terminando questo capitolo, il modo di ottenere una bottiglia tagliata in modo veramente maraviglioso.

UNA BOTTIGLIA SPIRALE.

Si può giungere a tagliare una bottiglia in forma di spirale elastica come una molla di vetro (fig. 237).

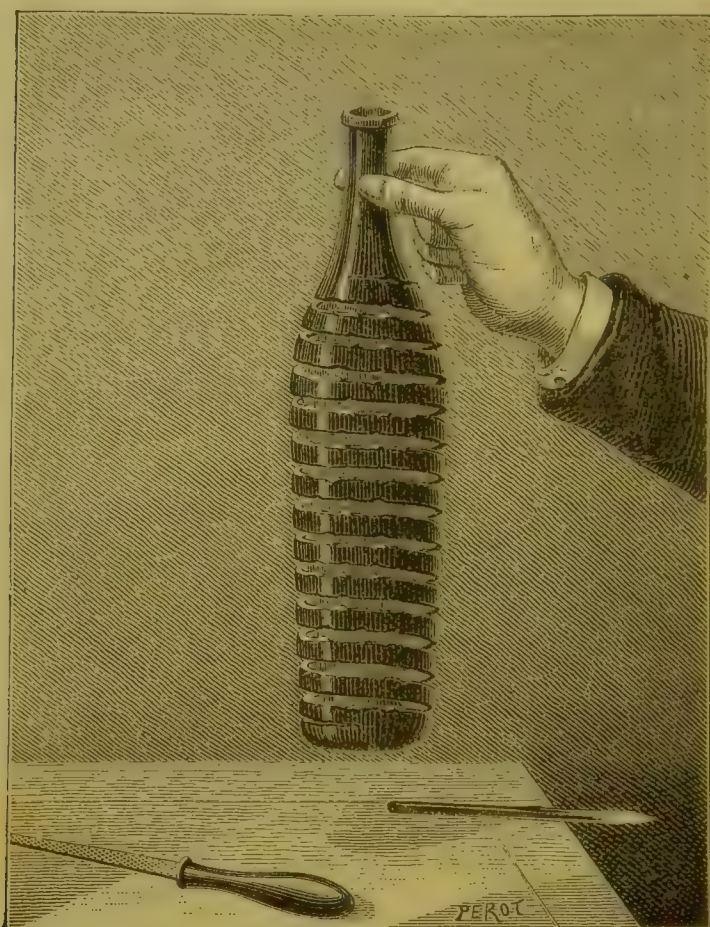



Fig. 237. Bottiglia tagliata in forma di spirale.

Si fa uso per questo di un carbone formato di 180 grammi di nerofumo mescolato con 60 grammi di gomma arabica, 23 grammi di gomma adragante, 23 di benzoino sciolti nell'acqua; si dà alla pasta

ottenuta la forma di una matita che, arroventata al contatto di una fiamma, taglia il vetro ove viene applicata. Si comincia il taglio con un segno di lima, si continua la fessura colla matita tagliata a punta ed arrossata al fuoco.

Quando si comincia a mordere il vetro col colpo di lima, si avvicina il carbone rosso a questo stesso punto, e si strofina contro il vetro soffiando colla bocca per aumentare l' incandescenza. La figura 237 dà un saggio di ciò che si può fare col metodo che abbiamo indicato.

Capitolo VII.

LA CASA DI UN DILETTANTE DI SCIENZE.

Sul principio del decimosettimo secolo, esisteva a Lione una casa singolare, costrutta da un uomo di gran merito, Nicola Grollier de Servière, piena tutta delle più singolari curiosità scientifiche dell'epoca. Servière apparteneva ad una delle più antiche famiglie della provincia; suo nonno, Giovanni Grollier, visconte di Aguisy, aveva costituito sotto il regno di Francesco I, la più bella biblioteca che esistesse in Francia; suo padre, Antonio Grollier, barone di Servière, si era fatto conoscere per la sua devozione al re Enrico IV e per le qualità del suo spirito. Servière aveva ereditato un buon patrimonio e dell'intelligenza da' suoi antenati; dopo una brillante carriera militare, consacrò tutta la fecondità del suo ingegno ad organizzare una casa

modello, ove si trovavano riuniti gli apparati più ingegnosi, ove si vedevano delle gallerie completamente piene di modelli di macchine meravigliose, d'orologi singolari e di sistemi atti ad assicurare il conforto e la comodità della vita domestica. Il gabinetto di Servière acquistò una grande riputazione in tutta la Francia, e la descrizione venne pubblicata più tardi completamente da suo nipote.

" Si vedono in questo gabinetto, dice l'autore dell'interessante opera, parecchi oggetti torniti in avorio che sono capilavori d'arte inimitabili; degli orologi mostruosi, delle macchine di specie diverse per innalzare l' aria, per costruire ponti, e finalmente tutto ciò che può essere utile e comodo al pubblico od ai privati. „

Se vuolsi avere un'idea dell'ingegno di Servière in quest'ultimo senso, basterà dare una descrizione del leggìo ch' esso fece costrurre (fig. 238), ove delle tavolette disposte sulla circonferenza di una grande ruota, sostenevano i libri oppur le carte di diverso genere.

" Prima di mettervi al lavoro, disponete sul leggìo tutti i libri che giudicate esservi necessari. Poscia dopo esservi collocato sulla poltrona, leggete i libri che vi si presentano prima; allorquando ne desiderate un altro, lo fate facilmente venire al posto del primo girando la grande ruota colle mani. „

Leggendo questa descrizione del curioso gabinetto di Servière, ci venne l'idea di comporne uno simile, e di descrivere qui qualcuno degli oggetti

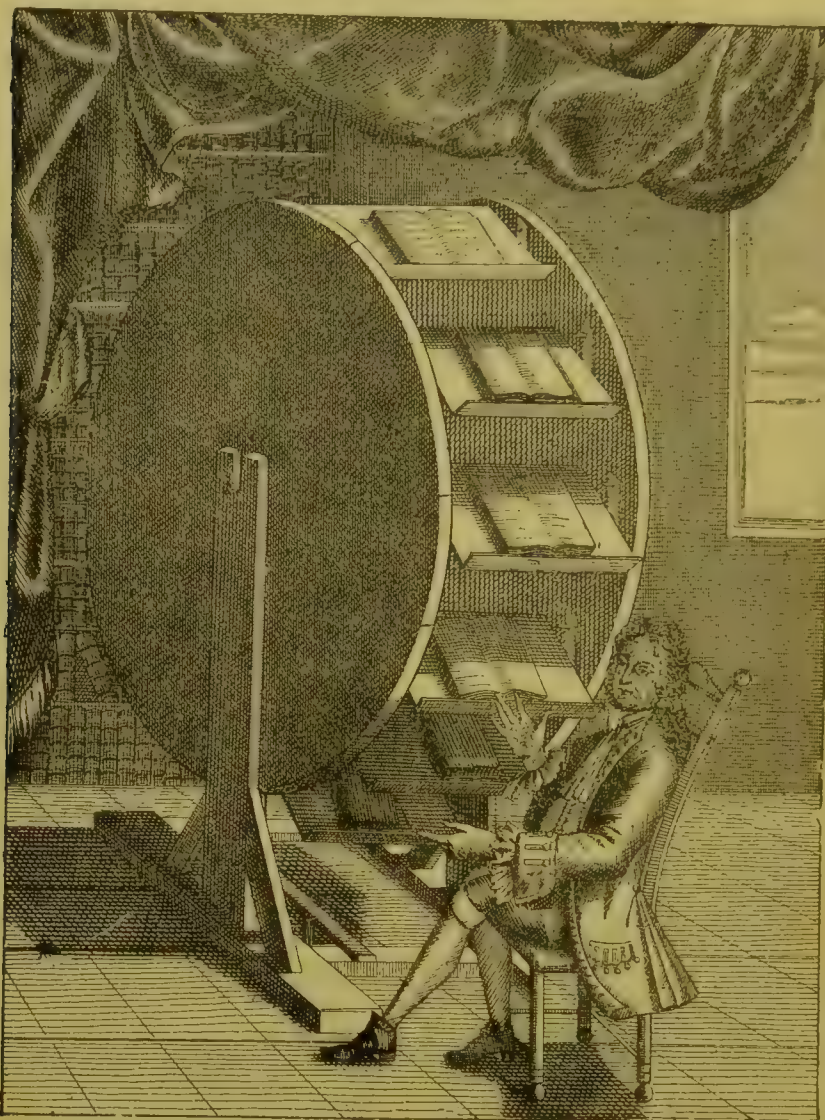



Fig. 238. Il leggìo di Servière.

pratici ed utili che si potrebbero riunire in una casa di un dilettante di scienze all'epoca nostra.

Comincieremo col descrivere alcuni apparati relativi al lavoro d'ufficio.

LA MACCHINA DA SCRIVERE.

Questa macchina così singolare tanto per la semplicità del suo meccanismo, quanto per la facilità e rapidità del suo uso, è stata costruita da Remington, l'ingegnere americano, già conosciuto, al quale devesi il fucile che porta il suo nome. Essa viene fabbricata nel grande stabilimento che questo distinto inventore ha organizzato per la fabbrica dei fucili e delle macchine da cucire.

La macchina per scrivere comprende prima una tastiera la cui disposizione è rappresentata dalla figura 239. Quarantaquattro tasti portano chiaramente incisi: 1.°, le cifre di 2 a 9, l'*i* e l'*o* che sostituiscono l'1 e lo zero; 2.°, le lettere dell'alfabeto, disposte in un ordine combinato per facilitare il maneggio dell'apparato; 3.°, gli accenti acuti, gravi, circonflessi, d'interrogazione, il trema, l'apostrofo, e la cediglia. Alla parte inferiore della tastiera evvi un regolo di legno sul quale devesi premere per ottenere la separazione di una parola coll'altra.

Nell' interno dell' apparato, ciascuna lettera che deve imprimersi sulla carta è saldata all'estremità di un martelletto metallico. I 44 martelli corrispondono, mediante il concorso di aste e di leve arti-

colate, ai 44 tasti della tastiera, e sono disposti attorno alla circonferenza di uno stesso circolo.

Se si pone il dito, per esempio, sul tasto A della tastiera, il martello interno che porta la lettera A, viene sollevato, la lettera è in tal modo alzata fino al centro del circolo. In seguito alla loro disposizione circolare, tutte le lettere sono condotte, mediante la pressione delle dita sui tasti corrispondenti, al centro del circolo, cioè al medesimo punto.

La carta su cui si vuole scrivere è collocata, come indica la nostra incisione, attorno ad un cilindro montato sopra un carretto che si vede sulla parte superiore dell'apparecchio.

La lettera sollevata dalla leggiera pressione del dito sul tasto corrispondente, va a colpire la carta applicata contro al cilindro, ma fra questa lettera e la carta si trova interposta una fettuccia imbevuta di un inchiostro speciale. La lettera in rilievo, come i caratteri tipografici, agisce a guisa di un conio, e s'imprime, poichè essa non stabilisce una pressione della fettuccia imbevuta d'inchiostro sulla carta, ma soltanto sulle parti in rilievo.

Il carretto che porta la carta è montato su due ruote che strisciano in due scanalature. Per mezzo di una cordicella esso tende sempre ad essere trasportato da destra a sinistra sotto l'influenza di una molla che lo comanda. Non rimane immobile se

non perchè è trattenuto da un uncino collocato in una cremalliera adattata alla parte posteriore.

Fig. 239. Macchina da scrivere amercana (1/4 della grandezza naturale).

Nel momento che una lettera si stampa, la cremalliera è lasciata libera, il carretto, sollecitato dalla molla, si sposta subito da destra a sinistra, di una

piccolissima lunghezza, precisamente eguale alla larghezza di una lettera. La lettera seguente può dunque essere impressa a lato di quella che è stata sollevata. Tutte le lettere sono saldate in modo che il loro asse è orientato verso il centro comune ove esse sono condotte; esse s'imprimono successivamente le une a lato delle altre. Il carretto che porta la carta, si sposta a norma del loro contatto e della loro impressione. Quando giunge alla fine della sua corsa, cioè quando la linea è terminata, un campanello si fa sentire ed avverte il manipolatore. Questi abbassa una leva collocata a destra dell'apparecchio. Questa leva per mezzo di una cordicella, fa scorrere il carretto nella sua scanalatura e lo riconduce alla destra del sistema, nella posizione primitiva. Durante il tragitto, che si effettua rapidamente, mercè l'intervento di un meccanismo semplicissimo, un moto di rotazione è impresso al cilindro; esso gira sul suo asse colla carta che sostiene, e la sua superficie si sposta di una lunghezza eguale a quella che deve separare una linea dalla seguente.

In conclusione, l'operazione consiste nel toccare colle dita (le due mani debbono servire ad un tempo), i tasti di cui si vuole successivamente imprimere le lettere.

Fra ogni parola si deve premere il regolo inferiore della tastiera, che lascia in bianco sulla carta

l'intervallo che la separa. Subito che si sente la soneria, bisogna abbassare la leva collocata alla destra dell'istrumento. Se la parola, che è in tal momento in corso di scrittura, non è terminata, si possono imprimere ancora una o due lettere per finirla; oppure se è troppo lunga, mettere il dito sul tratto d'unione, il quale permette di continuare la parola nella linea seguente.

La carta sulla quale si scrive non può oltrepassare in larghezza l'altezza del cilindro che la conduce. Può però avere una larghezza inferiore; una busta, una cartolina postale, ecc., adattandosi benissimo attorno al cilindro, mercè l'uso di un pezzo metallico che loro serve di guida. Se la larghezza della carta è limitata, la sua lunghezza non lo è, e la scrittura potrebbe essere impressa sopra una carta infinitamente lunga.

Il cilindro del carretto è formato di una pasta di guttaperca abbastanza dura, che facilita la buona impressione delle lettere.

È necessario ora, per completare la nostra descrizione, di parlare del meccanismo che concerne la fettuccia imbevuta d'inchiostro. Questa fettuccia, che è collocata, come abbiamo detto, sotto la carta, e contro la quale viene a battere la lettera sollevata dal tasto, segue il carretto nel suo movimento; essa si svolge costantemente in modo che due lettere successive non la colpiscono mai nel medesimo

punto. Svolgendosi in tal modo, la fettuccia passa da un serbatoio d'inchiostro di destra entro ad un altro di sinistra identico al primo. Quando si è interamente svolta, basta cambiare la disposizione di una vite per imprimerle un andamento in senso inverso, cioè per farla passare dal serbatoio d'inchiostro di destra in quello di sinistra.

Lo svolgimento della fettuccia con un movimento alternativo da destra a sinistra e da sinistra a destra, può in certo qual modo effettuarsi indefinitamente.

L'impressione delle lettere viene fatta con inchiostro copiativo; si può dunque riprodurre la pagina scritta due o tre volte al copialettere.

Sul davanti dell'apparecchio evvi una scala graduata, lungo la quale scorre il carretto. Essa serve a prendere dei punti di ricordo nel caso che si dovessero fare delle colonne di cifre, ecc.

La scrittura stampata con questa macchina ingegnosa è analoga a quella che si ottiene in tipografia colle lettere dette *capitali*.

Per scrivere presto colla macchina, bisogna esercitarsi pazientemente per qualche giorno onde impratichirsi della tastiera, per non avere da cercare le lettere.

Alla fine di due o tre giorni di lavoro, cominciasi già a far uso dell'apparecchio senza difficoltà; quindici giorni bastano per giungere a scrivere colla celerità ordinaria della penna. Finalmente dopo un

uso più lungo, si oltrepassa di molto questa celerità. Ho visto una damigella inglese che arrivava, colla macchina americana, a stampare più di 90 parole al minuto. Se il lettore desidera farne l'esperimento, potrà assicurarsi che colla penna non è possibile scrivere leggibilmente più di 40 parole in questo spazio di tempo.

La macchina per scrivere offre dunque il vantaggio di poter risparmiare molto tempo, per quanto concerne il meccanismo materiale della scrittura. Il suo uso non tarderà a generalizzarsi negli uffici e nelle amministrazioni.

Essa è inoltre di un uso preziosissimo per le persone che hanno una calligrafia poco leggibile o disgraziata, o per quelle che soffrono i crampi dello scrivano.

Essa si raccomanda infine come un vero beneficio per i ciechi che se ne servono prontamente, come l'hanno già provato un grande numero di esempi in Inghilterra e negli Stati Uniti. Per quelli che si interessano ai progressi della meccanica e agli apparechi ingegnosi, essa sarà di un uso dilettevolissimo.

LA PENNA ELETTRICA.

Questo apparato permette di tracciare sulla carta una linea non continua formata di piccoli fori vicinissimi, forati nella carta. Questi fori sono fatti da una punta d'acciaio finissima che alternativamente esce ed entra in un tubo che si tiene in mano e che rassomiglia ad un porta-matita di metallo. Questa punta è animata da un movimento di va e vieni rapidissimo; essa fa 180 colpi per secondo, quando l'apparecchio gira velocemente.

Mercè le condizioni di grande rapidità e il movimento molto limitato, la penna può essere condotta sulla carta con una certa celerità. Non si scrive così presto come con una penna ordinaria, ma si scrive quasi come un calligrafo che s'applicasse molto e volesse delle belle lettere.

Il moto alternativo è fornito alla penna da un piccolo elettro-motore ingegnosissimo e semplice, che è collocato in alto del portapenna; la fig. 240 la rappresenta nel suo aspetto generale.

La punta trovasi all'estremità inferiore di un cilindretto che attraversa il portapenna e che termina all'estremità superiore con una forchetta che abbraccia un eccentrico montato sull'asse del motore.

Questo eccentrico è disposto in modo da occor-

rere soltanto 60 rivoluzioni dell'asse ogni secondo, per produrre 180 colpi di punta di cui abbiamo parlato. Questo asse porta una lastra di ferro dolce che funziona come armatura mobile di una elettro-calamita fissa, davanti alla quale essa gira con rapidità in seguito all'azione di un commutatore sem-

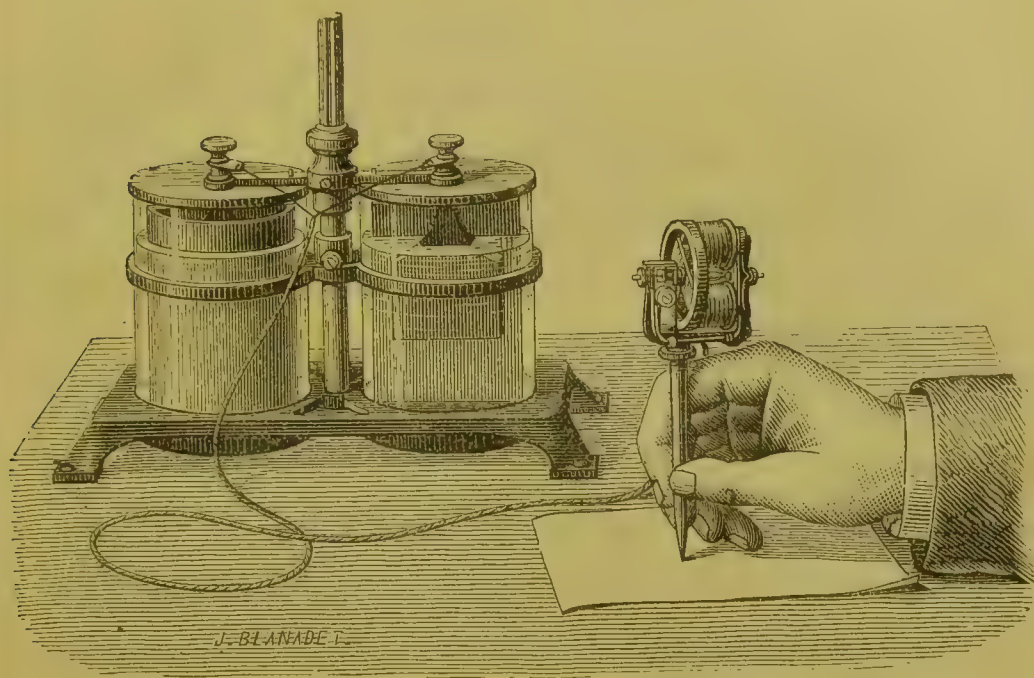



Fig. 240. Penna elettrica di Edison, colla sna pila.

plicissimo, che interrompe il circuito due volte ogni rivoluzione. Un volante anulare, piuttosto pesante, abbraccia quest'armatura, che ne occupa un diametro; esso serve a dare una grande regolarità e continuità al movimento dell'asse.

La corrente elettrica che dà vita a questo piccolo apparato è fornita da una pila di due elementi al

bicromato di potassa studiata con cura da Edison, e di cui la disposizione è felicissima. I coperchi dei due elementi sono formati di placche d'ebonite (cautsciù indurito) unite ad un sostegno metallico centrale che scorre sopra un'asta verticale. I coperchi portano i due elettrodi, carbone e zinco. Quando si usa la penna, s'immergono gli elettrodi nei liquidi; la figura 240 rappresenta la pila in questa condizione. Quando si cessa di scrivere, si solleva il sostegno centrale, e si fissa alla parte superiore dell'asta che gli serve di guida e si preservano così gli elettrodi dal contatto dei liquidi e per conseguenza il zinco dal consumo inutile.

In seguito a questa precauzione, la pila può funzionare quattro giorni senza alcuna cura, vale a dire senza rinnovazione di liquido ed i zinchi possono bastare per un lavoro di parecchie settimane. Non abbiamo bisogno di aggiungere che queste durate non hanno nulla di assoluto, e che esse dipendono dall'attività più o meno grande del lavoro imposto alla pila.

Tale è l'apparato nella sua semplicità: veniamo ora al suo scopo ed alla sua utilità.

Per mezzo della penna elettrica, abbiamo detto, si ottiene sulla carta una scrittura formata da un numero straordinario di punti vicinissimi gli uni agli altri. Questa scrittura non è che difficilmente leggibile per riflessione, vale a dire, come si pra-

tica per la scrittura ordinaria. Essa è alquanto più leggibile per trasparenza; ma sotto queste due forme essa sarebbe troppo penosa, senza presentare in compenso nessun vantaggio. Bisogna considerare questa carta traforata come un *negativo*, per mezzo del quale si può ottenere un grande numero di

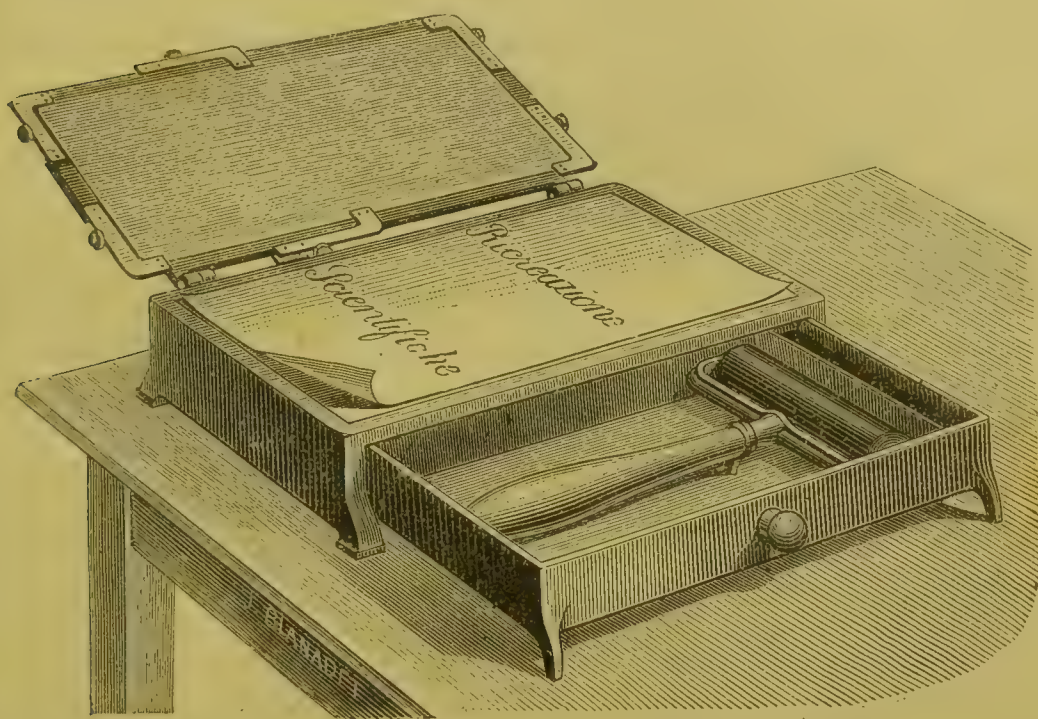



Fig. 241. Torchio destinato alla tiratura delle copie.

prove positive, cioè di copie del testo o disegno tracciato colla punta. Per ottenere queste prove si fa uso di una specie di torchio, rappresentato dalla figura 241. Nel coperchio, che è a sinistra, si colloca il *negativo*, esso è tenuto fermo sugli orli da molle facilissime a muoversi.

Sul piano del torchio si colloca un foglio di carta

bianca, e si abbassa il coperchio; il negativo s'applica sulla carta bianca. Per mezzo del cilindro col manico, rappresentato a destra, si stende del nero sul negativo; l'inchiostro penetra attraverso ai fori fino al foglio bianco che trovasi sotto. Si alza il coperchio e la copia è ottenuta.

Questa copia, dice Niaudet, al quale togliamo questi ragguagli, ha un aspetto particolare; la scrittura non ha nè tratti grossi, nè filetti; perchè riesca facilmente leggibile, bisogna aver scritto alquanto grosso. Tuttavia con un poco di abitudine ed alcuni artifizi semplicissimi, si ottengono tutti i generi di disegni, si copia della musica coi bianchi e coi neri perfettamente riprodotti.

Lo stesso negativo può servire a produrre successivamente un numero grandissimo di copie; assicurarsi che può giungere fino a mille, ed anche di più.

Le persone abituate a questo lavoro possono, si dice, tirare fino a 6 prove al minuto. Non è necessario dire che questa operazione, come tutti i lavori anzi detti, non riesce completamente se non dopo un po' di studio e dopo parecchi tentativi; ma essa non presenta nessuna difficoltà.

LA MATITA PNEUMATICA.

Dopo la penna elettrica d'Edison, ecco la matita pneumatica che fornisce dei risultati analoghi. La sua invenzione è dovuta a un altro americano, J. W. Brickenridge, di Lafaiette, Indiana. La nostra incisione ne mostra la disposizione. Il disegno di sinistra rappresenta in proiezione l'insieme dell'apparecchio; il disegno di destra è una sezione longitudinale della matita, e quello di mezzo, in alto, una sezione verticale di una parte dell'apparato motore. In quest' istrumento si fa uso dell' aria compressa come forza motrice per far agire l'ago perforatore.

Mettendo in rotazione la biella, che mostra la nostra incisione (fig. 242), s'imprime un moto di va e vieni ad un diaframma flessibile, di cui vedesi la sezione nel disegno dettagliato, nel mezzo della figura. Un orifizio dà adito all'aria. In questo sistema un orifizio permette all'aria di rientrare quando il diaframma si muove dall' alto al basso. Questo diaframma, movendosi dal basso in alto, imprime un movimento ad un diaframma simile, collocato all' estremità inferiore del tubo, ed alla superficie del quale è adattata la matita perfora-

trice. Quando l'ingranaggio funziona, il diaframma motore eseguisce delle rapide vibrazioni; queste si comunicano, per mezzo dell'aria contenuta nel tubo

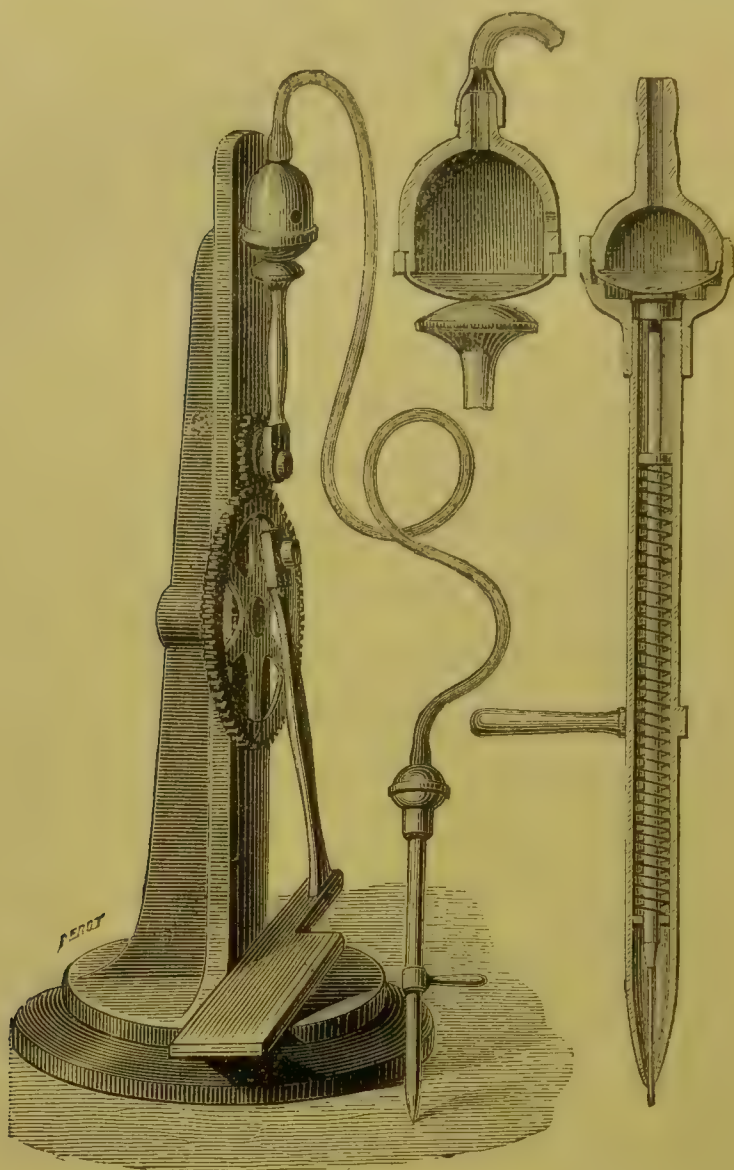



Fig. 242. La nuova matita pneumatica.

flessibile, al diaframma della matita ed all'ago perforatore che vi si trova unito. La matita può essere trasportata sulla superficie di un foglio di carta

e praticarvi delle linee di perforazioni, le quali servono poscia di modello come nella penna elettrica.

Questi sistemi sono molto utili per riprodurre un numero grandissimo d'esemplari, di qualunque lettera o manoscritto. Il seguente apparecchio è ancora più pratico.

IL CROMOGRAFO.

Allorquando, dopo aver scritto sopra un foglio di carta, servendosi come inchiostro di una soluzione alquanto concentrata di metilanilina o di fucsina, si applica esattamente la scrittura, così ottenuta, sopra uno strato gelatinoso molle, formato da una sostanza analoga a quella con cui si fabbricano i rulli delle tipografie, passando parecchie volte la màno sul rovescio della carta, e togliendo in seguito quest'ultima, dopo alcuni minuti, l'inchiostro ha lasciato la carta, e la scrittura rovesciata si trova riportata sullo strato di gelatina. Se si applica poscia sulla preparazione così ottenuta, un foglio di carta ordinaria, strofinandolo parecchie volte col palmo della mano (fig. 243), la scrittura raddrizzata s'imprime sul foglio e dà una riproduzione esatta dell'originale (fig. 244). L'inchiostro essendo denso e

dotato di un potente colorante considerevole, si possono ottenere, in tal modo, successivamente, quaranta o cinquanta copie senza modificare la preparazione. Oltrepassato questo limite, le copie man-

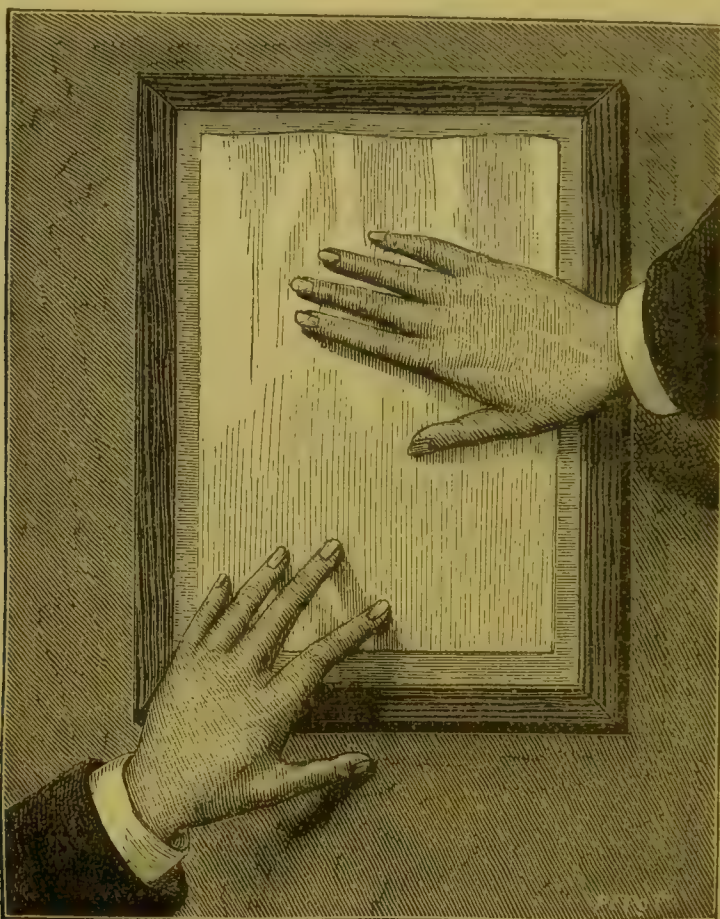



Fig. 243. Copia ottenuta mercè un semplice strofinamento sulla tavoletta del cromografo.

cano di chiarezza. Tale è il principio usato in un gran numero di apparecchi, di più in più sparsi nel commercio sotto nomi diversi: *cromografo, ectografo,* ecc.

Crediamo dover dare qui alcuni dettagli pratici su

questo argomento. Lo strato di gelatina è formato dalle seguenti mescolanze:

1.° Gelatina, 100 grammi; acqua, 375 grammi; glicerina, 375 grammi; caolino, 50 grammi (*Leibaigue*).

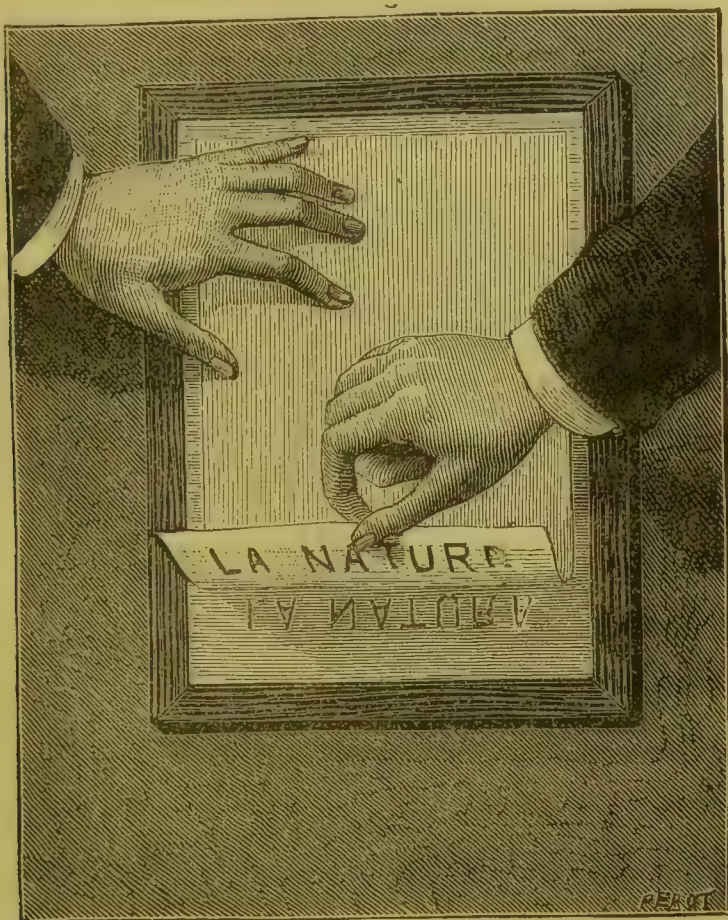



Fig. 244. Esemplare ottenuto dallo strato molle del cromografo.

2.° Gelatina, 100 grammi; destrina, 100 grammi; glicerina, 1000 grammi; solfato di barite Q. S. (*W. Wartha*).

3.° Gelatina, 100 grammi; glicerina, 1200 grammi; poltiglia di solfato di barite, lavata per decantazione, 500 centimetri cubi (*W. Wartha*).

4.° Gelatina, 1 grammo; glicerina a 30°, 4 grammi; acqua, 2 grammi (*Kwaysser e Husak*).

Questo miscuglio fuso viene agitato durante il raffreddamento fino al momento che si condensa, poi colato in una cassetta di zinco rettangolare di 3 centimetri di profondità. Il caolino, od il solfato di barite, rende la massa bianca e permette di vedere più facilmente la preparazione. Si può pure far uso di una mescolanza di gelatina e di melassa, usata per i cilindri delle tipografie. Quando la tiratura è terminata, basta strofinare la superficie con una spugna imbevuta d'acqua, per levare ogni traccia d'inchiostro e rendere lo strato atto a ricevere un nuovo originale. L'introduzione della destrina facilita questa pulitura.

Si sono date le formole seguenti per l'inchiostro da adoperare:

1.° *Inchiostro violetto:* acqua, 30 grammi; violetto di Parigi, 10 grammi (*Lebaigue*).

2.° *Inchiostro violetto:* alcool, 1 grammo: acqua, 7 grammi: violetto di Parigi, 1 grammo (*Kwaysser e Husak*).

3.° *Inchiostro rosso:* alcool, 1 grammo; acqua, 10 grammi; acetato di rosanilina, 2 grammi (*Kwaysser e Husak*).

E cosa buona l'usare, per la scrittura, della carta lucida, che l'inchiostro abbandona molto meglio. Si facilita il trasporto passando sul rovescio una spugna appena umida. Per le copie è vantaggioso al contrario, servirsi di carta meno compatta.

NUOVO TIMBRO ELETTRICO.

Questo apparecchio è destinato a sostituire il timbro ad umido, usato negli uffici postali per an-

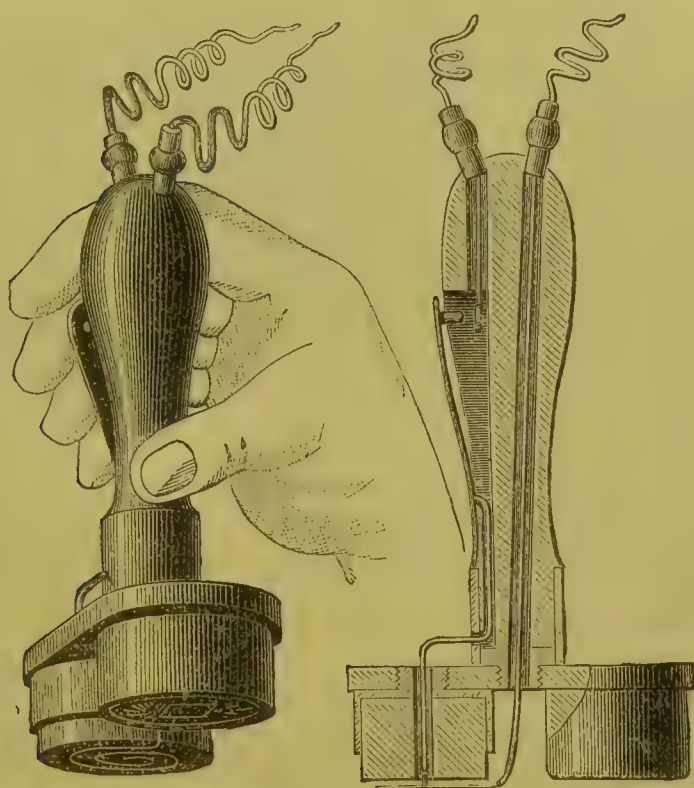



Fig. 245. Timbro elettrico, veduto di prospetto e in sezione.

nullare i francobolli delle lettere; esso serve pure per i bolli delle fatture.

Alla parte inferiore dell'apparecchio trovasi un filo sottile di platino, disposto in modo da formare un disegno od un'iniziale. È questa parte del sistema che deve essere applicata sulla superficie del

francobollo da annullare. Il filo di platino può essere messo in comunicazione con una pila elettrica. Si chiude il circuito premendo una molla con un dito come lo mostra la nostra figura. Il platino si arroventa, la carta, contro cui si applica, viene carbonizzata dal calore e porta la traccia di un' impronta assolutamente incancellabile (figura 245).

Questo ingegnoso sistema può essere utile, non solo agli impiegati delle Poste, ma anche a tutti coloro che hanno da annullare un gran numero di francobolli per fatture.

IL CAMPILOMETRO.

Il campilometro [1], costruito dal luogotenente Gaumet, è un istrumentino tascabile destinato a dare, con una sola operazione e con una semplice lettura: 1.° la lunghezza metrica di una linea qualunque, retta o curva, tracciata sopra una carta od un piano; 2.° la lunghezza naturale, corrispondente ad una lunghezza grafica sulle carte ad $\frac{1}{80000}$ e ad $\frac{1}{100000}$ e sulle carte di cui le scale sono multipli o sottomultipli semplici dei precedenti.

Il campilometro è un'applicazione di una proprietà della vite micrometrica, già utilizzata da Gau-

[1] Καμπύλος, curva, μέτρον, misura.

met nella costruzione di un telemetro tascabile, di cui egli è l'inventore.

Questo strumento consiste in un disco dentato, di cui la circonferenza è esattamente di 5 centimetri. Le due faccie di questo disco portano, ognuna,

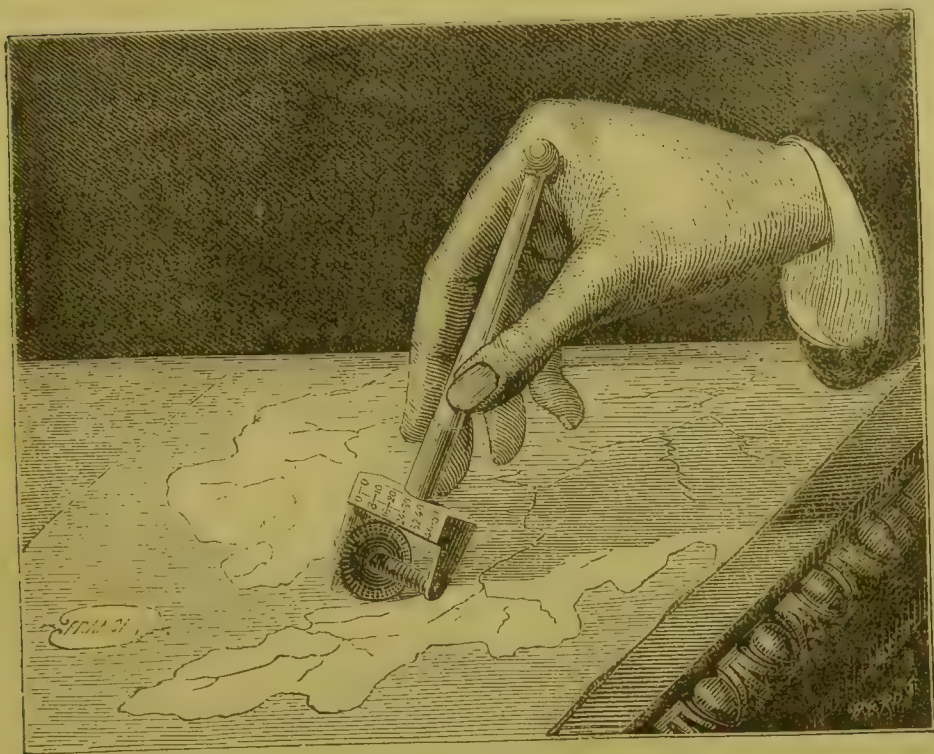



Fig. 246. Il campilometro del luogotenente Gaumet.

un sistema di divisioni: una è divisa in quaranta parti, l'altra in cinquanta parti.

La circonferenza del disco (5 centimetri) corrisponde a 4 chilometri alla scala ad $\frac{1}{80000}$ ed a 5 chilometri a quella ad $\frac{1}{100000}$; la divisione ad $\frac{1}{40}$ del disco alla prima scala misura 100 metri; ciò dicasi

pure della divisione ad $\frac{1}{50}$ per la seconda scala (fig. 246).

Il disco dentato si muove sopra una vite micrometrica, il cui passo è di metri 0,0015, in presenza di un piccolo regolo che porta segnate delle graduazioni spaziate, di una larghezza eguale al passo della vite e rappresentanti delle lunghezze:

1.° di 5, 10, 15, 20 . . 50$^{\text{centim.}}$ alla scala metrica
2.° di 5, 10, 15, 20 . . 50$^{\text{chil.}}$ — — di $\frac{1}{100000}$
3.° di 4, 8, 12, 16 . . 40$^{\text{chil.}}$ — — di $\frac{1}{80000}$

La vite micrometrica è fissata in una montatura, in modo da formare una punta che serve di guida.

Per servirsi del campilometro: condurre lo zero del disco in presenza dello zero del piccolo regolo, poi collocare l'istrumento sulla carta in una posizione perpendicolare, la punta servendo di guida, e condurre il disco dentato sopra una linea retta o sinuosa, di cui si desidera conoscere la lunghezza.

Terminata l'operazione, osservare l'ultima graduazione del piccolo regolo, al di là del quale il disco si è fermato, aggiungere al valore di questa graduazione la lunghezza complementare fornita dalla divisione del disco che trovasi in presenza del piccolo regolo.

Nel caso della misura metrica di una linea, ag-

giungere al numero dei centimetri dati dalla graduazione superiore il complemento in millimetri fornito dalla divisione ad $\frac{1}{50}$.

Esempio: sia 20 la graduazione superiore, 35 la divisione ad $\frac{1}{50}$ in presenza del piccolo regolo; la lunghezza ottenuta è di 20 centim. + 35 millim. = 0^m,235. — Se si misura una linea sopra una carta ad $\frac{1}{100000}$, le graduazioni superiori rappresentano dei chilometri; le divisioni complementari ad $\frac{1}{50}$ delle centinaia di metri.

Esempio: 20, graduazione superiore, 25, divisione ad $\frac{1}{50}$ del disco in presenza del piccolo regolo, la distanza misurata è di 20 chilom. + 3500 metri, o 23,500 metri.

Colla carta ad $\frac{1}{80000}$ si farà uso della graduazione inferiore del piccolo regolo.

Esempio: 12, graduazione superiore, 7, divisione ad $\frac{1}{40}$ del disco in presenza del piccolo regolo; distanza misurata 12,700 metri.

Il campilometro è stato specialmente costrutto per le carte ad $\frac{1}{80000}$ e ad $\frac{1}{100000}$; un calcolo facile a farsi permetterebbe di utilizzarlo con carte, le cui scale fossero multipli o sottomultipli semplici delle precedenti. Questo istrumento può tuttavia servire per qualunque carta o piano di cui si conosca la scala numerica. Basterà, in questo caso, moltiplicare la lunghezza della linea espressa in millimetri, col denominatore della scala diviso per 1000.

Così, sopra una carta inglese ad $\frac{1}{63360}$, una lunghezza di 155 millimetri corrisponderà ad una lunghezza naturale di 63360×155 o $9820^{m},80$.

Da quanto precede, si vede che l'uso del campilometro non esige il tracciato, sulla carta, della scala grafica, bensì la conoscenza della scala numerica. Nel caso che la scala grafica fosse soltanto conosciuta, l'istrumento potrebbe servire come rapportatore alla scala, ed essere usato nel modo seguente:

Dopo aver fatto seguire al disco dentato la linea da misurare, portare l'istrumento sullo zero della scala, far correre il disco in senso inverso lungo la scala, fino a tanto che lo zero del disco ritorni in presenza dello zero del piccolo regolo. La posizione ove si ferma il disco sulla scala, indica la lunghezza della linea misurata sulla carta. Se la scala è più piccola della linea misurata, portare nuovamente l'istrumento sullo zero, tante volte quanto necessita.

Il campilometro può pure servire a riportare su una carta una lunghezza naturale; così, per riportare su una carta, alla scala di $\frac{1}{20000}$ una lunghezza di 1200 metri, basterà disporre il disco dentato in modo che la posizione del disco segni una distanza quadrupla, cioè di 4800 metri (rapporto ad $\frac{1}{80000}$); ciò fatto, far correre il disco nella direzione stabilita, fino a tanto che lo zero del disco ritorni in pre-

senza dello zero del piccolo regolo; questo limite segnerà l'estremità delle lunghezze da riportare.

Le diverse applicazioni fin qui enumerate ci dispensano dall' insistere sui vantaggi dell' uso del campilometro. Questo strumento così semplice sostituirà, con molta utilità, i processi, tanto lunghi quanto inesatti, in uso fin qui per la misura delle distanze, parte capitale della lettura delle carte.

Il suo uso, nelle misure necessarie per stabilire degli ordini di marcia, economizzerà agli ufficiali dello stato maggiore un tempo prezioso. Si può dire che questo strumento, immaginato specialmente per servire alla lettura delle carte ad $\frac{1}{80000}$ diventa il complemento indispensabile dell' uso di queste carte. Il campilometro dispenserà dal compasso, dal doppio decimetro e dal tracciato della scala grafica, che non può trovarsi sul pezzo di carta che si ha a disposizione. Esso può essere applicato alla misura di tutte le specie di curve, senza esigere il ricorso al calcolo, spesso complicatissimo. Il campilometro può essere facilmente adoperato in marcia, anche a cavallo, sul palmo della mano o sul davanti della sella, vantaggio molto apprezzabile per gli ufficiali a cavallo.

Aggiungiamo che la parte essenziale del campilometro può essere avvitata all'estremità di un portamatita e che si ottengono, in tal modo riuniti in uno solo, due obbietti spesso indispensabili.

INDICATORE CELESTE.

Si vede come gli strumenti or ora descritti siano intesi a facilitare i lavori di gabinetto. Noi passeremo in rivista alcuni apparecchi, che, sebbene sembrino a primo aspetto oggetti di intelligente ricreazione, pure si concatenano a studi scientifici propriamente detti, e cominceremo da quelli che facilitano le osservazioni dei corpi celesti.

Molte persone amerebbero di darsi alle osservazioni astronomiche, ma esse indietreggiano sovente davanti alle difficoltà delle prime prove, ed incontrano degli ostacoli che le scoraggiano, quando cercano, inutilmente, di riconoscere le costellazioni nella vôlta del cielo.

La disposizione dell' apparato Maupérin, che riproduciamo (fig. 247), presenta delle grandi facilità ai dilettanti; infatti esso permette di nominare istantaneamente ogni stella o costellazione che si sarà fissata, appuntando nella sua direzione la mira o verga di ferro superiore T. Questa verga, montata sulla colonna S, è mobile al suo centro, nel senso verticale; nel senso orizzontale, essa trascina un indicatore-alidada I, fissato al piede della colonna S, di cui i due bracci rimangono sempre paralleli al piano della verga T, qualunque sia la

loro posizione sulla carta e l'inclinazione della verga di ferro T. Le due estremità di questa verga ter-

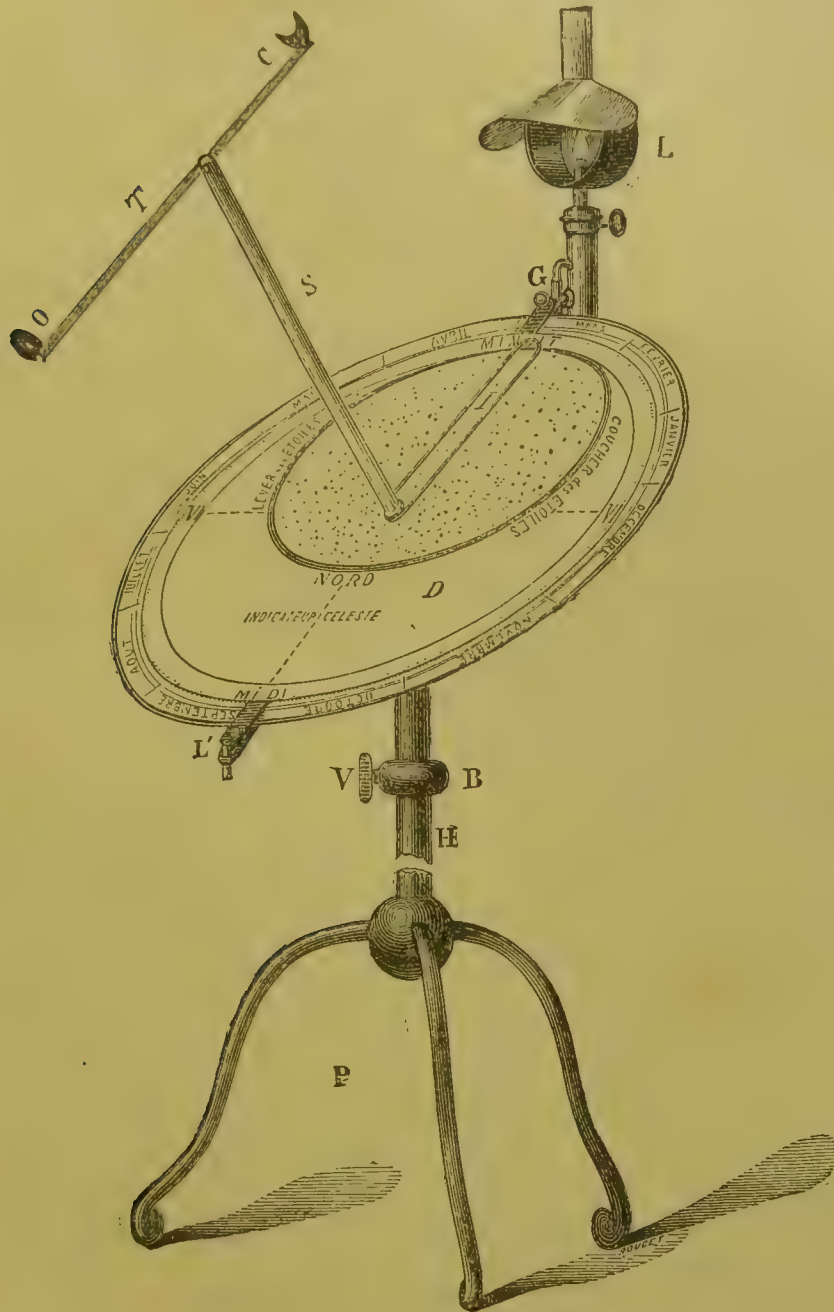



Fig. 247. Indicatore celeste Maupérin.

minano da una parte con una mezzaluna C, dall'altra, con un traguardo O.

L'apparecchio essendo stato orientato, basterà avvicinare l'occhio al piccolo traguardo O, per vedere nel centro della mezzaluna C, la stella che si sarà scelto nel cielo. Questa stella, col suo nome, si troverà nell'interno dei bracci dell'indicatore-alidada I.

Si può pure operare inversamente, vale a dire troverà nel cielo, per mezzo del traguardo T, le stelle che si saranno precedentemente scelte sulla carta fra i rami dell'indicatore-alidada.

La carta rappresenta esattamente il cielo come si guarda.

Questa nuova disposizione, inversa di quella adottata per tutte le carte celesti, è importantissima; essa evita di dover tenere la carta rovesciata e collocata sopra la testa.

Si trova facilmente la *Grande Orsa* o *il Carro*, volgendosi verso il *Nord*. Si riconosce questa bella costellazione composta principalmente di sette stelle secondarie, di cui quattro che formano un trapezio: alfa α, beta β, gamma γ, delta δ (*le quattro ruote del carro*); e di cui le tre altre: epsilon ε, zeta ϑ, êta η formano una linea convessa verso il polo (*il timone del carro*) (fig. 248).

La linea β α prolungata dal lato d'α, di circa cinque volte il suo valore, qualunque sia la posizione della costellazione, passa vicino ad una stella isolata che brilla in questa regione del cielo: essa

è *la Polare.* Questa stella è la terza α del timone di una costellazione simile alla Grande Orsa, più piccola di questa, ma collocata in senso inverso. Questa costellazione è la Piccola Orsa.

L'apparato essendo stato collocato in una corte, in un giardino o sopra una terrazza, in modo che

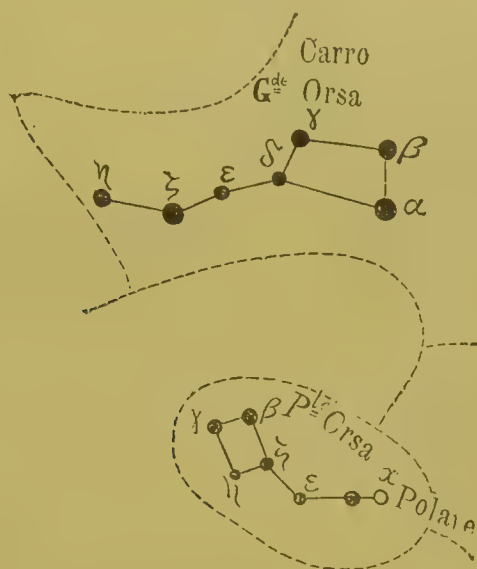



Fig. 248. Figura che serve ad indicare come si possa trovare nel cielo la stella polare.

la colonna H dell'istrumento si trovi in una posizione verticale, si svita di due giri la vite V del pezzo B; il che rende mobile la parte superiore dell' apparecchio. Si svita pure la vite K e si abbassa interamente, nel senso della *freccia discendente,* il lato *della carta* che porta *mezzanotte.*

Essendosi collocati in faccia alla *stella polare,* si prende la parte superiore della carta per mezzo del

bottoncino G, ove si trova *mezzanotte*, e con un movimento di rotazione orizzontale, si conduce davanti a sè stesso.

Si colloca l'indicatore-alidada sopra *mezzogiorno* e si conserva in questa posizione manovrando la parte alta dell'apparecchio, fino a tanto che non si è vista la stella polare nel centro della mezzaluna C, l'occhio mirando per il traguardo O. Si ha allora la *linea meridiana*, e si ha cura di stringere subito la vite del pezzo B.

Basta allora rialzare la carta nel senso della *freccia ascendente*, fino a tanto che la vite d'arresto del circolo C viene ad urtare; essa regola la posizione del quarto di circolo C, secondo la latitudine del luogo, poi si stringe il bottone K. L'apparato è orientato.

Questi preliminari si possono eseguire in meno di un minuto.

Il disco superiore ha un'apertura elittica, la quale contiene per ogni momento l' insieme delle stelle visibili sull' orizzonte: la sua circonferenza porta una graduazione in *ore divise in 5 minuti*. Esso è fissato sull' apparecchio. La linea *mezzogiorno-mezzanotte* (in parte punteggiata) dà il *meridiano*, l'apparecchio essendo orientato come abbiamo detto.

Il disco collocato sopra rappresenta la carta celeste; sulla sua circonferenza trovansi *i giorni di ogni mese*. Esso è mobile attorno alla colonna S,

che figura l'*asse del mondo,* attorno al quale si muove la sfera celeste. Allorquando si tratta di osservare le stelle, si fa giungere il numero del giorno in cui si è, in presenza dell'ora in cui si osserva. Si può allora leggere la carta, mirando colla sbarra T, come è stato detto più sopra. Ad ogni *cinque minuti* si dee spostare la carta di una divisione, che è eguale a cinque minuti passati. Dopo la seduta d'osservazione, si può levare l'apparecchio per metterlo al riparo; ma se si vuole evitare una nuova orientazione, basterà fare un segno sul suolo che indichi la posizione del piede P, l'*apparecchio orientato,* e di non più svitare il bottone B.

Ciò può essere utile nel caso che si volesse osservare le stelle visibili con un cielo in parte coperto, il *Carro* e la *Polare* potendo non essere visibili. La prima orientazione potrà dunque servire una volta per tutte.

Una piccola lanterna L ermetica proietta la sua luce sulla faccia inclinata delle carte senza offendere l'occhio dell'osservatore. Essa può essere collocata in L'. L' inclinazione dell'apparecchio varia secondo la latitudine del luogo ove trovasi l'osservatore; a tale effetto il semicircolo C', collocato sotto, permette di far variare questa inclinazione. Per Parigi essa è di 48°,50'.

Questo apparecchio permette pure di conoscere sempre *quale sarà l'aspetto del cielo,* ad un giorno

qualunque del mese e ad un' ora data. Si collocherà la carta a questo giorno ed all'ora; essa presenterà l'insieme delle stelle che saranno visibili sopra l'orizzonte.

Sarà facile ancora conoscere esattamente l' ora in cui si levano e tramontano le stelle, come quelle che non tramontano mai; cioè l'ora nella quale esse passano al meridiano (*linea mezzodì-mezzanotte della carta fissa*) e il tempo nel quale appaiono sull'orizzonte. Si potrà concludere che si sarà fissato un *pianeta* allorquando l' astro non sarà indicato dall' indicatore alidada. Quest'apparecchio conviene a tutti gli stabilimenti d'insegnamento, come pure agli osservatori meno versati nella scienza astronomica. La sua combinazione dispensa da ogni studio preliminare e permette di leggere nel cielo come in un libro.

UN OROLOGIO ASTRONOMICO.

Si è sovente tentato di rappresentare per mezzo di apparecchi cosmografici la posizione della Terra nello spazio, l'inclinazione del suo asse, il suo moto di rotazione diurna, ed anche il moto di traslazione annuale attorno al Sole, e la successione delle stagioni che ne deriva. Ma la riproduzione di questi

movimenti simultanei non è stata finora ottenuta che in grande scala, con degli apparecchi che possono figurare in un museo, od in un parlatorio, ma che sarebbe cosa certamente difficile collocarli negli appartamenti sopra un tavolo o sopra un caminetto. Inoltre sono meccanismi costosi, il cui scopo è di servire di dimostrazione del tempo e che non funzionano costantemente da sè medesimi sotto gli occhi dello spettatore.

Per le persone che s'interessano d'astronomia o semplicemente di cosmografia, o più semplicemente ancora, per quelle persone che desiderano di rendersi conto della realtà e che giudicano utile di sapere come la terra ove noi siamo sia collocata nello spazio, come essa si muova e come in seguito ai suoi movimenti ci dia gli anni, le stagioni ed i giorni, il desiderio sarebbe di riprodurre esattamente l'insieme di questi movimenti sopra una sfera terrestre dettagliata, che si muovesse da sè medesima sostituendo vantaggiosamente questi orologi comuni i cui soggetti decorativi sono diventati di una trivialità proverbiale.

Ora, è precisamente questo lavoro che venne recentemente terminato con successo da un laborioso inventore, che ha consacrato tutta la sua vita e tutta la sua sostanza per porre ad effetto questa grande idea, che si spense miseramente in una soffitta solitaria, la vigilia del giorno in cui i suoi sforzi

perseveranti stavano per ricevere la ricompensa così legittimamente dovuta ad una vita intera di lavoro e d'abnegazione.

Mouret comunica alla sua sfera la vita astronomica del nostro globo, per mezzo di un meccanismo d'orologeria, che le imprime, di secondo in secondo, ad ogni oscillazione del bilanciere, il doppio movimento di rotazione e di traslazione. Questo globo gira su sè stesso in ventiquattro ore e vedonsi insensibilmente passare tutte le parti del mondo, che prendono successivamente davanti al sole il posto che esse occupano in realtà. Questo non è uno dei minori vantaggi di questa pendola astronomica, di osservare cioè nel semplice intervallo tra il principio e la fine di una colazione o di un pranzo, lo spostamento che si è operato da tutti i popoli: qui, sul meridiano centrale, tutti questi paesi hanno mezzogiorno; là, a sinistra, vicino al circolo che limita l'emisfero rischiarato e l'emisfero oscuro, il solo si alza e la giornata incomincia; là, al contrario, a destra, il sole tramonta e la giornata finisce.... Ecco, ecco l'immenso Oceano Pacifico in piena luce, mentre quasi tutti i continenti sono in questo momento nella notte e nel sonno.... Ah! ecco i Cinesi che giungono e che aprono il circolo luminoso dell'Asia e dell'Europa, come l'hanno aperto alle origini della storia.

Volendo fare un orologio e non potendo, per

conseguenza, far cambiare di posto la Terra di giorno in giorno, come essa lo fa in realtà, l' inventore ha ingegnosamente riprodotti i moti di declinazione del Sole che ne risultano, facendo descri-

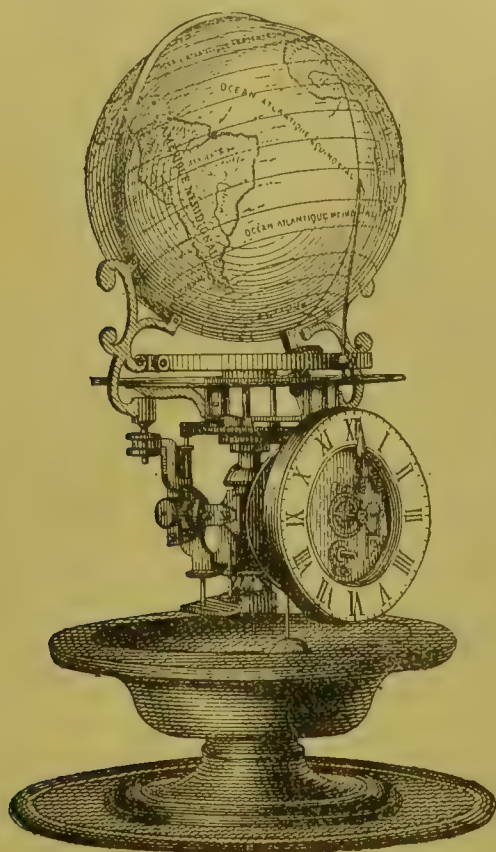



Fig. 249. Orologio cosmografico Mouret.

vere un doppio cono all'asse del mondo. Agli equinozi, i due poli sono sopra un piano, ed il giorno è eguale alla notte in tutte le parti del mondo; al solstizio d' inverno, il polo nord o superiore è inclinato indietro di 23°, 28′, il nostro emisfero è nell' inverno, non abbiamo più qui che otto ore di

giorno contro sedici ore di notte; sei mesi più tardi, questo stesso polo nord si è rialzato ed inclinato verso il Sole della stessa quantità, mentre che il polo sud trovasi immerso nella notte: questa è l'estate e la stagione dei lunghi giorni per il nostro emisfero boreale, l'inverno e la stagione delle lunghe notti per l'emisfero australe.

Un quadrante verticale dà le ore del paese, e si può a qualunque momento del giorno e della notte accertare l'ora di tutte le città del mondo. Un quadrante orizzontale indica i giorni del mese e si muove ogni giorno in corrispondenza col movimento di traslazione della Terra attorno al Sole, riprodotto ne' suoi risultati per mezzo dell' artificio del doppio cono. Lo spettatore guarda l' orologio di facciata, e supponesi che tenga voltate le spalle al Sole. "Io lo suppongo, diceva il Mouret, come a cavallo del raggio vettore ideale emesso continuamente dal Sole sulla Terra."

Aggiungiamo che tutti questi movimenti si effettuano continuamente da sè medesimi e senza che vi sia bisogno di toccare l'orologio il quale si carica semplicemente come tutti gli altri. Per un eccesso d' attenzione l' autore ha cercato tuttavia di rendere i movimenti della sfera abbastanza indipendenti perchè si possa, quando si vuole, far uso di questa sfera come apparecchio di dimostrazione; si può dunque imprimerle colla mano, per mezzo

di due piccoli manubrii, i tre movimenti (rotazione, traslazione e abbassamento del polo) senza recare alcun danno all'orologio. Basta in seguito rimettere esattamente la Terra al suo posto, al giorno ed all'ora (fig. 249).

IL GLOBO TERRESTRE.

Un globo terrestre senza meccanismo alcuno, a condizione però che il suo asse sia parallelo a quello della Terra, *esposto ai raggi diretti del Sole,* rappresenta per il giorno, esattamente, la ripartizione dell'ombra e della luce sulla superficie del nostro pianeta.

La figura 250 dà l'aspetto di un globo col suo sostegno. Il suo asse trovasi nel piano verticale e fa coll'orizzonte l'angolo eguale alla latitudine del luogo (Parigi, 49° circa), se la tavoletta AB è orizzontale. Per rendere l'asse del globo parallelo all'asse della terra, si fa corrispondere la linea NS col meridiano del luogo (per mezzo di una bussola [1], per esempio).

I raggi solari rischiarano sempre la metà di una

[1] Non bisogna dimenticare che l'ago calamitato segna a Parigi 22° circa all'ovest del punto N della bussola. L'asse del globo deve essere fatto in ottone, perchè il ferro possiede le facoltà di far deviare l'ago.

sfera, quale pur sia la sua dimensione: pianeta o piccolo globo. Comparando la ripartizione dell'ombra e della luce delle due sfere agli assi paralleli, si osserva che la linea di separazione d' ombra e

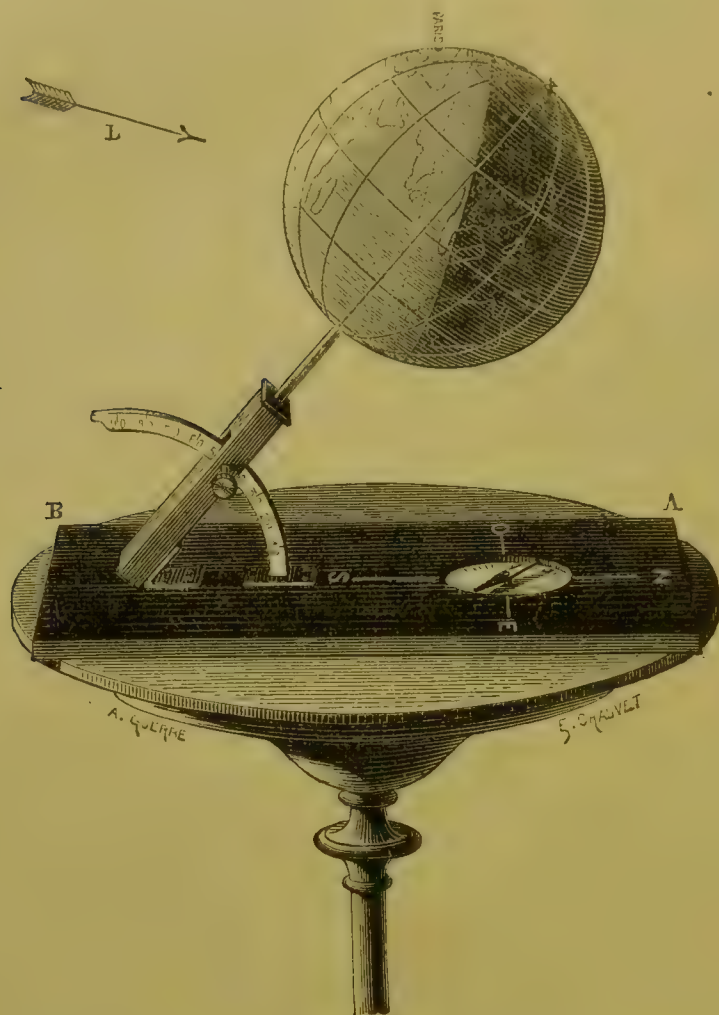



Fig. 250. Globo terrestre esposto al sole (solstizio d'inverno, mezzodì di Parigi).

di luce taglia l'equatore, come pure gli altri circoli di queste sfere, in modo analogo. Ne segue che al giorno stabilito la ripartizione dell' ombra e della luce del globo sarà esattamente la stessa di quella del nostro pianeta.

Il globo riproduce la ripartizione dell' ombra e della luce non solamente per il giorno, ma ancora per *l'istante del giorno*, allorquando è volto verso il Sole dallo stesso lato della Terra. Il luogo che si esamina sul globo (Parigi, per esempio) dovrà in questo caso essere collocato sul piano meridiano del luogo ed occupare il punto più alto del globo (vedi la figura). È allora che i due emisferi del globo, l'emisfero oscuro come pure l'emisfero rischiarato, corrisponderanno precisamente a quelli della Terra: l'emisfero rischiarato ha *realmente* il giorno, e l'emisfero opposto non vede il Sole.

Osservando il globo, così disposto, durante alcuni minuti, è facile osservare che la linea di separazione d' ombra e di luce non resta immobile. Le regioni della parte destra (se l'osservatore è voltato verso il Sole) escono dall'ombra, e quelle della parte sinistra vi entrano. I primi hanno allora *realmente* il levare del Sole ed i secondi, il suo tramonto.

Il globo, effettuando la doppia rivoluzione col nostro pianeta, nel volgere di un anno riprodurrà nella ripartizione dell'ombra e della luce tutti i cambiamenti che si manifestano sulla Terra in un periodo annuale. Così al giorno ed al momento dato, il globo presenterà il medesimo spettacolo della Terra stessa, abbastanza lontana da noi per poterla vedere tutta intera.

È inutile dire che l'uso di un globo esposto al

Sole non esclude punto l'impiego di meccanismi più complicati, poichè il primo non può servire se non per il giorno e per un tempo sereno. Il vantaggio di questo globo terrestre è d'imitare esattamente la natura; esso è rischiarato dal Sole reale e la linea di separazione d'ombra e di luce è segnata dai raggi solari e non da un cerchio metallico.

Perchè la linea di separazione d'ombra e di luce riesca ben distinta, bisogna che ai raggi diretti del Sole non si mescoli molta luce diffusa proveniente dalla soffitta, dai muri e dal suolo. Si abbassano le tende delle finestre, se ve n'ha più d'una. È utile pure tingere il sostegno in nero. Se il globo è piccolo o di mediocri dimensioni, basta collocare il sostegno sopra un tavolo quasi orizzontale, senza verificare l'orizzontalità per mezzo di un livello.

CRONOMETRO SOLARE.

Il cronometro solare immaginato da Fléchet, e rappresentato dall'incisione qui contro (fig. 251), è in qualche modo un equatoriale ridotto alla sua più semplice espressione. Esso permette di determinare l'ora vera con una grande facilità. Questo apparecchio si compone di un disco massiccio convesso AB,

diviso in 24 ore ed in frazioni d'ore. Questo disco gira sopra sè stesso, attorno ad un asse CD, il quale è diretto secondo l'asse del mondo, il che si ottiene inclinando l'asse più o meno alla snodatura E, secondo la latitudine del luogo. In F esiste una

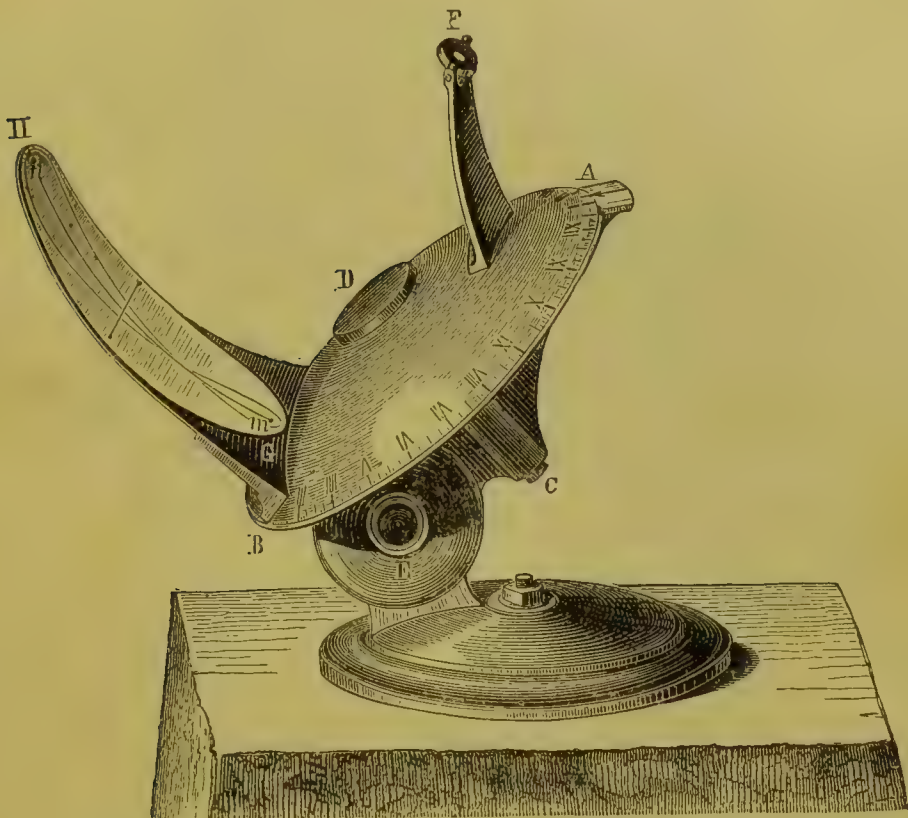



Fig. 251. Cronometro solare di Fléchet, precisione di 1/4 di minuto.

lente mobile attorno ad uno de' suoi diametri, in modo da essere sempre presentata al sole; essa è il centro d'una placca concava ed esattamente sferica rappresentata in G H.

Quando l'istrumento è fissato in modo che l'asse C D sia parallelo all'asse del mondo, si gira il disco

A B in modo che il centro dell'immagine del Sole, prodotta dalla lente F, si trovi sull'arco *m n*. Si ha l'ora vera esaminando la posizione dell'indice A sulla graduazione delle ore. Si ottiene con ciò il tempo vero. Si può ottenere il tempo medio aggiungendo all'arco *m n* una curva in forma di un 8 costrutta per punti, in seguito al valore dell'equazione del tempo, per tutti i giorni dell'anno. C. Delaunay, citando quest'apparecchio interessante nel suo corso d'astronomia, diceva in proposito: “La messa in opera di questo strumento si fa colla più grande facilità, il suo uso è comodissimo e dà eccellenti risultati; sebbene di dimensioni piuttosto piccole, esso dà l'ora colla precisione di un terzo o di un quarto di minuto. Non possiamo che fare voti perchè l'uso ne venga esteso. „

OROLOGI MISTERIOSI.

Gli orologi che rappresentiamo (fig. 252 e 253) sono degnissimi di figurare nella casa di un dilettante di scienze. Essi sono di cristallo trasparente, e sebbene tutto il meccanismo sia assolutamente nascosto, essi funzionano tuttavia regolarmente. L'orologio della fig. 252, dovuto a Roberto Houdin, è formato di due dischi di cristallo sovrapposti e rin-

chiusi nella stessa incorniciatura; l'uno, fisso nello spazio, porta la graduazione che costituisce ogni quadrante; il secondo, mobile sul suo centro, fa

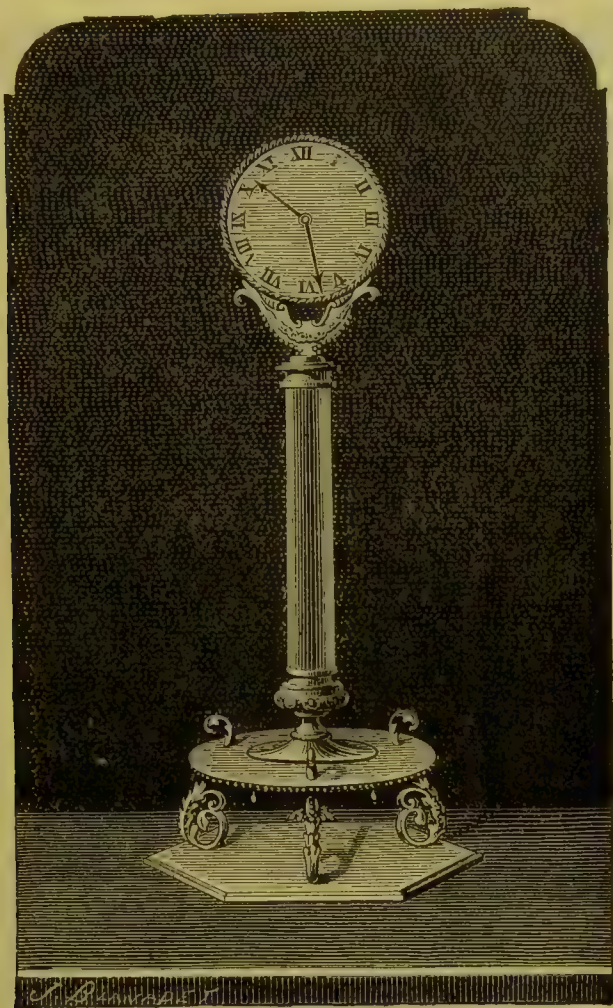



Fig. 252. Orologio misterioso di cristallo trasparente (sistema Roberto Houdin).

corpo colla sfera dei minuti, e la sua rotazione comanda, per mezzo di un roteggio ordinario, quella della sfera delle ore. Il moto è trasmesso a questo quadrante da un ingranaggio disposto lungo la cir-

conferenza e nascosto nella larghezza della inconiciatura metallica. Questa dentellatura è messa in moto da una ruota d'angolo, da un albero verti-

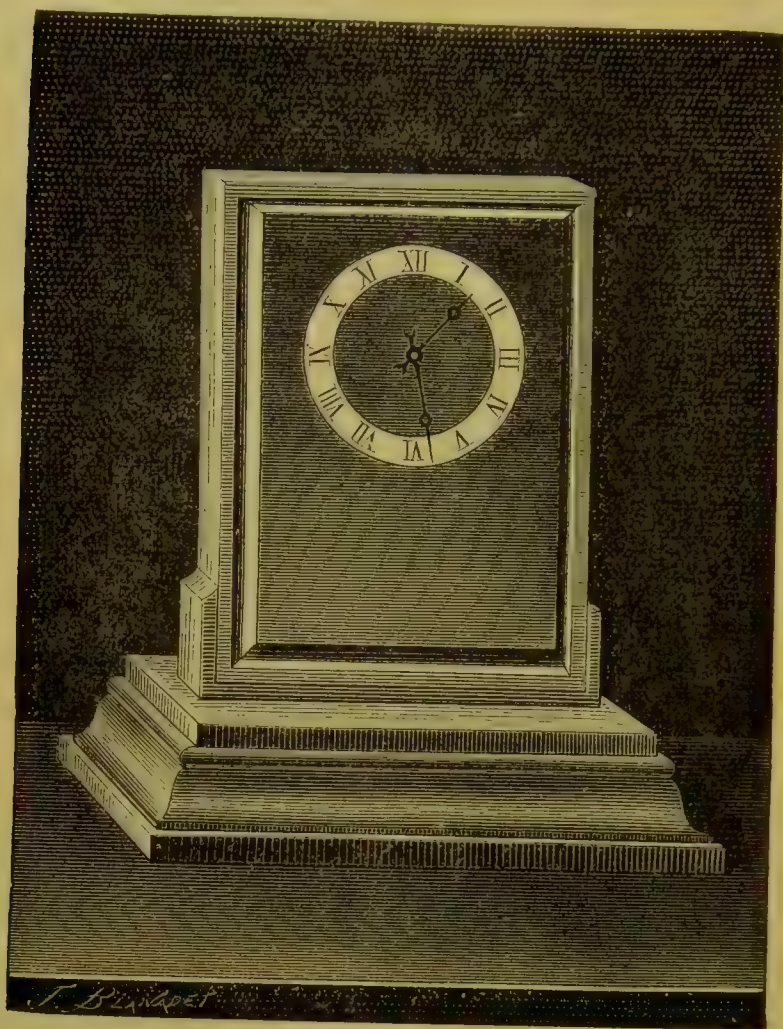



Fig. 253. Orologio di cristallo trasparente (sistema Cadot).

cale e da un movimento di orologeria rinchiuso nel sostegno dell'apparecchio.

Cadot, nel suo orologio (fig. 253 e 254) conserva i due vetri, ma per stornare gli investigatori che

conoscessero l' artificio di Roberto Houdin, esso adotta la forma rettangolare che esclude qualunque idea di rotazione. La sfera dei minuti non può più in questo modo restare unita alla seconda lastra di vetro, essa riprende la sua indipendenza. Questa lastra mobile non conserva che la distanza neces-

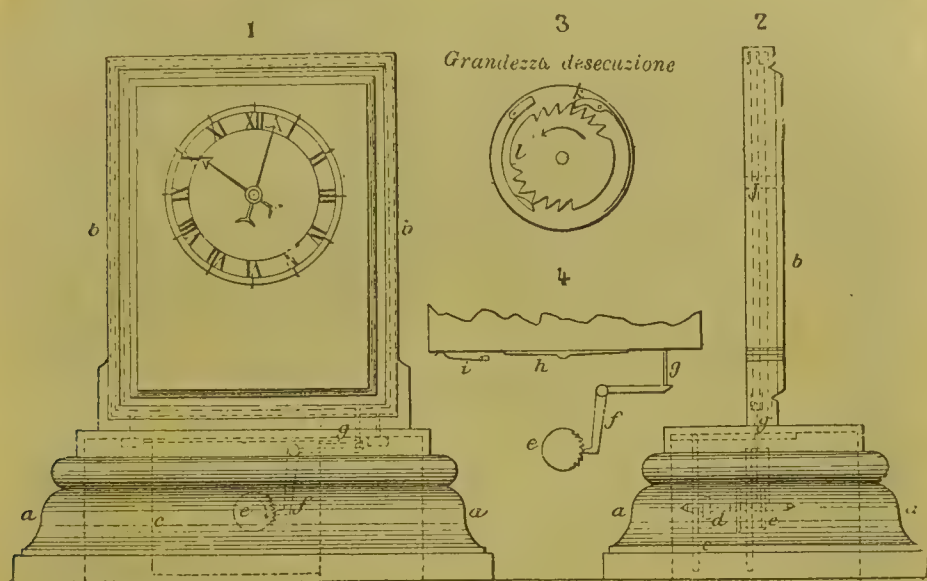



Fig. 254. — 1. L'orologio Cadot visto di facciata. — 2. Visto di profilo. 3. Dettaglio del movimento e del roteggio collocato al centro di due viti. 4. Dettaglio del movimento del vetro mobile.

a. Base dell'orologio. — *b*. Cornice sostenuta dalla base *a* in cui i due vetri sono disposti in modo che quello collocato nella parte posteriore abbia un vano sufficiente per lasciar libero il moto d'oscillazione ch'egli riceve. — *c*. Spazio occupato dal movimento d'orologeria. — *d*. Perno della ruota centrale che porta il rocchetto *e*. — *e*. Rocchetto da 30 denti che conduce la leva *f* (n. 4) girando sul suo asse in un'ora.

saria per effettuare un piccolissimo movimento angolare attorno al suo centro determinato dal congegno collocato nel quadro rettangolare. Un piccolo sistema di nottolini, nascosto nel nucleo cen-

trale della sfera, accumula per questa, sotto forma di rotazione progressiva, l'oscillazione alternativa ed invisibile agli occhi, del vetro trasparente. Per produrre queste oscillazioni si fa sostenere questa la-

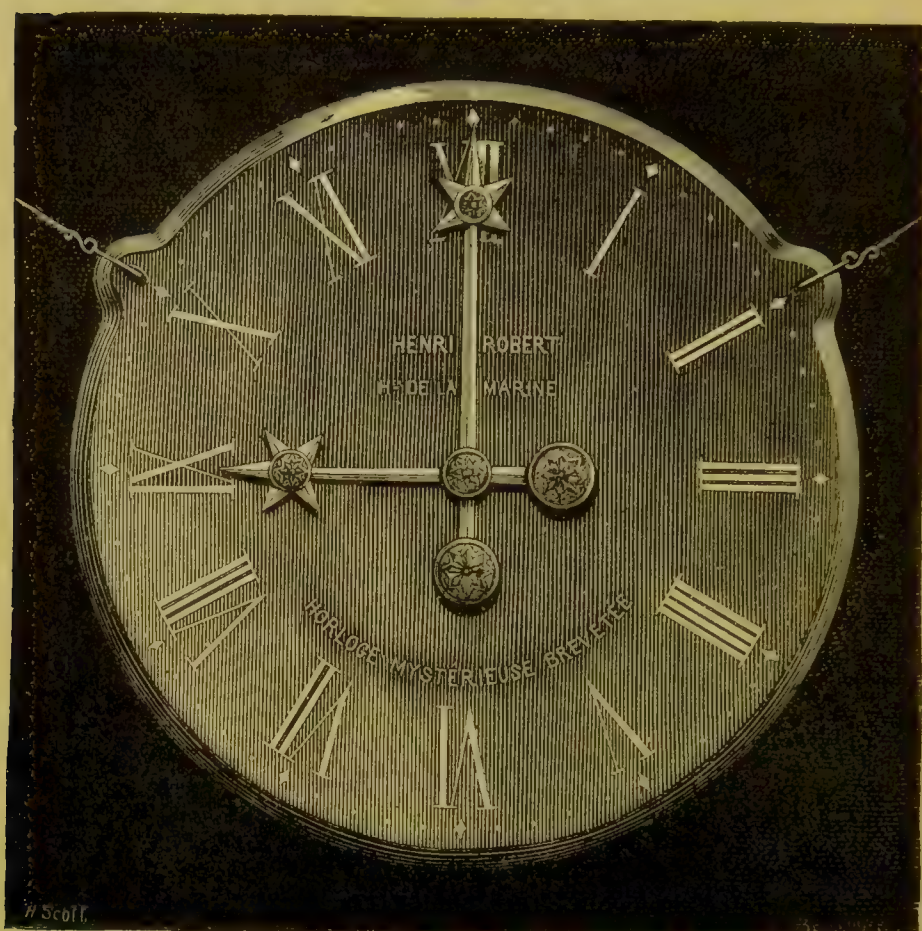



Fig. 255. Orologio misterioso di H. Robert.

stra da una leva nascosta sulla parte inferiore dell'incorniciatura metallica. Dopo l'oscillazione diretta di cui ho parlato, una moletta spinta dallo stesso movimento riconduce indietro il sistema.

Lo spostamento diretto è prodotto da una *pompa*

o biella verticale, la quale solleva l'estremità del giogo. Questa pompa ha il suo punto d'appoggio sopra una leva ad angolo, messa in rapporto con una ruota a 30 denti triangolari. Infine, questa ruota gira in un'ora sul suo asse, sotto l'influenza di un movimento di orologeria nascosto nel piedestallo dell'orologio. Ogni dente impiega dunque due minuti per passare, e la trasmissione precedente determina uno spostamento corrispondente alla sfera dei minuti, la quale compie in tal modo la sua rotazione in un'ora. Riguardo alla seconda sfera, essa è messa in moto da un ingranaggio delicatissimo simulato nel centro della sfera.

Questi orologi singolari sono stati immaginati dopo quello di Henri Robert, il quale non è meno interessante (fig. 255).

Questo orologio è stato certamente fatto per eccitare la curiosità.

In apparenza, che cosa si vede? Un quadrante di cristallo trasparente, sulla superficie del quale gli indici delle ore si muovono nelle condizioni identiche di un quadrante ordinario, e nessun'altra cosa appare. Si cerca il meccanismo che fa muovere questi indici: si suppone a primo aspetto che sia elettrico, poichè il quadrante è sospeso nello spazio per mezzo di due fili; ma si scorge subito che questi fili non sono neppure in contatto colle sfere; si cerca un sostegno qualunque in cui il movimento

possa essere nascosto, ma nulla può essere scoperto; il mistero sembra impenetrabile.

Lo stupore aumenta quando si vedono queste sfere libere, fissate sul cristallo che le isola, possedere la proprietà di girare in tutte le direzioni, di oscillare nella loro orbita tanto tempo quanto un dito indiscreto l'avrà voluto, e poi ritornare da sè stesse, non all'ora che era, ma all'ora che deve essere; malgrado tutti gli spostamenti, e tutte le contrarietà, di qualunque durata esse siano, le sfere ritornano a prendere il posto che è loro indicato dal tempo e continuano in seguito il loro andamento regolare ed uniforme.

Le sfere dell'orologio portano esse stesse il meccanismo; esse costituiscono, si può dire, una bilancia a bracci ineguali, in cui il movimento d'orologeria ha per iscopo di alterare l'equilibrio, e questa proprietà è utilizzata per fargli indicare l'ora ed il minuto, come abbiamo spiegato.

È l'indice dei minuti che costituisce la bilancia; essa è rigorosamente equilibrata. Nella scatola rotonda fissata all'estremità opposta alla punta di questo indice sotto l'azione di un movimento da orologio che vi è rinchiuso, un peso in platino si sposta attorno alla circonferenza della scatola.

Il centro di gravità essendo ad ogni momento spostato dalla rivoluzione di questo peso, che fa un giro in un'ora, l'indice dei minuti è forzato di se-

guire questo spostamento, poi per mezzo di una combinazione d' ingranaggi esso fa muovere l' indice delle ore; in seguito a questa disposizione gli indici sono dipendenti l'uno dall'altro, ma rimangono indipendenti dal movimento. Se si spostano meno di trenta minuti in avanti od in ritardo, essi ritornano automaticamente entrambi al loro posto; se si fanno girare velocemente, l'indice dei minuti ritorna al minuto, ma quello delle ore si ferma ad un'ora qualunque.

In seguito a questo principio, ma con una diversa disposizione, lasciando all' indice dei minuti un movimento che imprima al peso un giro per ora, e mettendo all'indice delle ore un movimento con un peso che compia un giro ogni dodici ore, si giunge a questo risultato che gli indici sono indipendenti l'uno dall'altro, e facendo girare un indice in un senso, e l'altro nell'altro, uno ritorna invariabilmente a fermarsi nel minuto e l'altro nell'ora.

Si vede che il meccanismo dell' orologio misterioso è semplice ed ingegnoso; il suo principio non è assolutamente nuovo, e prima di Robert si era già proposto di far muovere gli indici per mezzo di un movimento ch'essi potevano contenere nell'interno del metallo che li costituisce. Ma Robert ha recato a questo sistema degli importanti perfezionamenti, esso l' ha presentato sotto una forma elegante e lo ha reso assolutamente pratico.

Ogni giorno si carica l'orologio misterioso come un orologio comune e se gli accade per caso qualche disgrazia, qualunque orologiaio può facilmente ripararlo.

L'orologio di H. Robert può essere sospeso a due sottili cordicelle ed applicato contro un cristallo od un grande specchio; esso produce un effetto curiosissimo.

NUOVO CIRCOLO PER CALCOLARE.

Ecco un istrumentino (fig. 256 e 257) destinato a rendere immensi servigi alle persone che abbisognano di calcoli rapidi. Il suo piccolo volume, quello di un orologio a *remontoir*, lo raccomanda specialmente agli ingegneri, agenti viaggiatori, ecc.; ma è molto proprio per i lavori d'ufficio e sotto questo titolo può rendere servizi meravigliosi a chi si occupa di statistica, ai demografi, oggi specialmente che la fabbricazione dei regoli calcolatori lascia spesso a desiderare.

Il circolo calcolatore può servire:

1.° A fare l'addizione e la sottrazione; ma questo è certamente il suo merito minore; riguardo a queste due operazioni non offre una superiorità degna di considerazione sui processi ordinari.

2.° A fare la divisione e la moltiplicazione e per conseguenza a risolvere le proporzioni. Sotto questo rapporto il circolo calcolatore vale il regolo calcolatore, ma si è già visto come esso sia più portatile e più comodo per le operazioni da eseguirsi sul terreno.

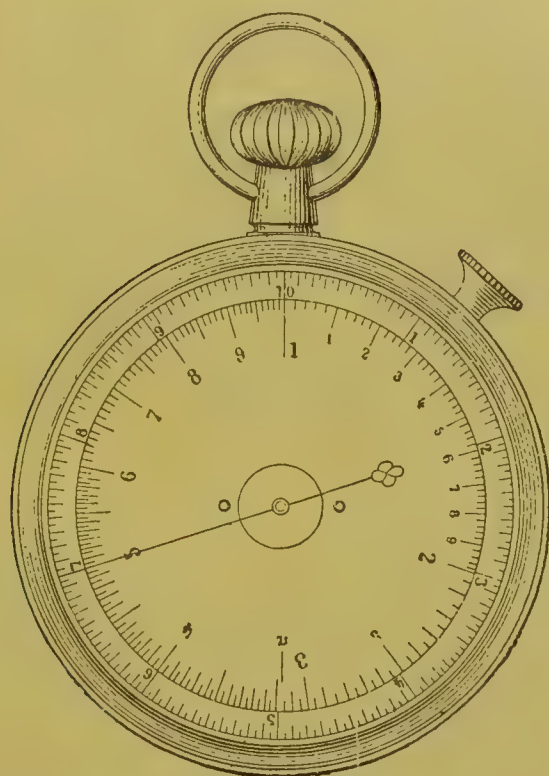



Fig. 256. Nuovo circolo per calcolare, di Boucher.

3.° A cercare il logaritmo di un numero, e per conseguenza a cercare le potenze e le radici dei numeri.

4.° Finalmente, un quadrante che trovasi all'opposto del primo (fig. 257) permette di fare le operazioni trigonometriche.

Queste ultime operazioni si eseguiscono con una

grande rapidità: bastano tre movimenti di dita per avere il risultato desiderato.

Si vede che, mercè questo istrumentino di cui il diametro è circa quello di una moneta da cento soldi, un ingegnere può risparmiarsi il trasporto dei grossi volumi di logaritmi, e la noia delle ope-

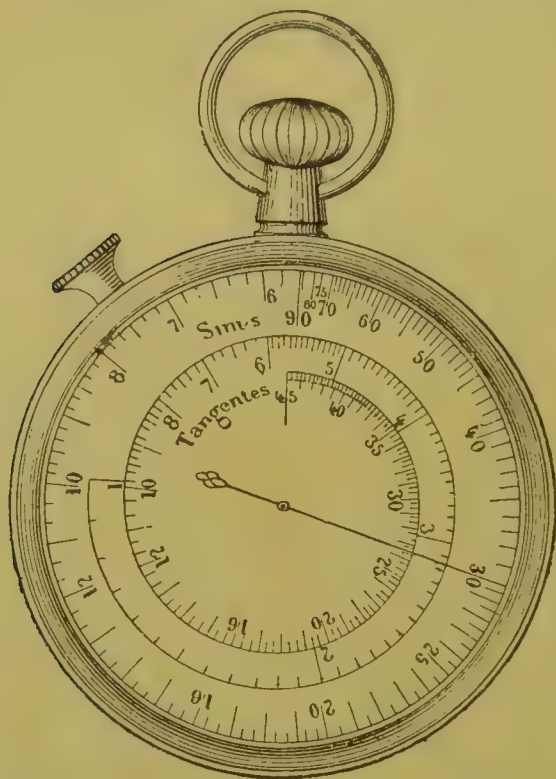



Fig. 257. Il medesimo strumento visto dal lato opposto.

razioni elementari d'aritmetica. Sotto quest'ultimo rapporto esso è prezioso principalmente per lo statistico, e può essere utile a tutte le persone che hanno da eseguire dei calcoli matematici abbastanza considerevoli.

Ci fermeremo poco sul principio di questo apparecchio; tali specie di spiegazioni sarebbero fa-

stidiose per chi non ha l'istrumentino fra le mani. Questo principio è esattamente identico al regolo calcolatore; esso è fondato sopra questo teorema conosciuto: *Il logaritmo del prodotto di due numeri è uguale alla somma dei loro logaritmi.*

Siccome il regolo calcolatore deve essere lungo per essere esatto, il quadrante dà un risultato tanto più approssimativo quanto la lunghezza della sua circonferenza è più lunga. Quello or ora descritto permette di leggere tre cifre con esattezza; ciò basta in un gran numero di casi. Boucher, il suo inventore, progettò sul principio di fare dei calcolatori per ufficio di grande modello i quali avrebbero permesso di leggere un numero di cifre molto più considerevole, ma che non sarebbero stati portatili.

Egli ha abbandonato questa idea, o piuttosto l'ha cambiata con un'altra molto più ingegnosa; avendo osservato che nulla gl'impediva di fare nel quadrante della fig. 256 ciò che ha eseguito su quello della fig. 257, cioè di disporre i numeri, non secondo un circolo, ma secondo una spirale. In tal modo esso può disporre di una lunghezza maggiore sopra un'eguale superficie. È possibile allora operare con numeri molto più alti e con piccolissimi istrumenti. Boucher è sulle traccie di porre in esecuzione questa seducente idea; ma la pratica è severa consigliera, essa sola dirà ciò che vale

questa seconda parte dell'invenzione. Relativamente alla prima parte, possiamo affermare ch'essa ha già pronunciato, e pronunciato favorevolmente: *Experto credo Ruperto.*

IL PODOMETRO.

Le persone che hanno fatto, a scopo scientifico, qualche esplorazione, o semplicemente qualche escursione, sanno di quale interesse è spesso la conoscenza approssimativa delle distanze.

Ora, in mancanza di una carta sufficientemente dettagliata, ove si possa seguire in tutte le sue particolarità il cammino percorso, e valutare con sicurezza, non si ha a propria disposizione altro mezzo pratico che di contare il numero dei passi che si sono dovuti fare per andare da un punto all'altro.

Ma ciò è un impegno dei più fastidiosi e soggetto a molti errori da parte dei viaggiatori alquanto impressionati dalla varietà dei luoghi, o preoccupati da una ricerca scientifica. Avere nel suo taschino un istrumento poco voluminoso, che registri automaticamente ogni passo è molto più comodo e sicuro; da ciò il successo rapido del podometro rappresentato dai nostri disegni (fig. 258 e 259).

Questo ingegnoso istrumentino ha le dimensioni e l'aspetto di un orologio ordinario. Sopra uno dei lati della scatola evvi un quadrante diviso, che porta delle cifre le quali indicano il numero dei passi fatti. L'altra parte è in metallo, oppure for-

Fig. 258. Il podometro.

mata di un disco di vetro per lasciar vedere il meccanismo.

Quest'ultimo è di una grande semplicità. Esso è formato di un contrappeso massiccio B (fig. 258) collocato all'estremità di una leva che può oscillare attorno ad un asse A. Una vite V serve a limitare l'ampiezza di queste oscillazioni, ed una piccola molla, agendo con un equilibrio leggerissimo, sul

contrappeso B, spinge quest'ultimo alla parte superiore della sua corsa. Infine l'apparecchio è completato da un organo contatore che registra ogni oscillazione della leva.

Ciò compreso, si capisce che se s'imprime alla

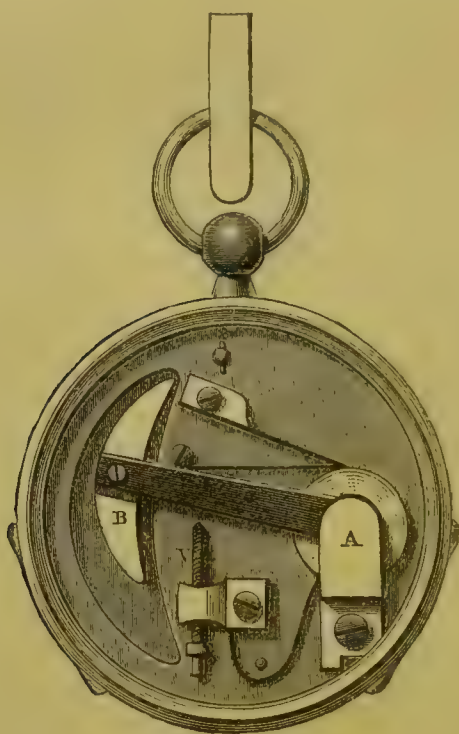



Fig. 259. Il podometro, particolari del meccanismo.

scatola un movimento dal basso in alto, la molla che sostiene il contrappeso, essendo troppo debole per compensare l'inerzia di quest'ultimo, rimane indietro e viene a battere contro la vite V. Allorquando avrà luogo il movimento inverso, vale a dire quando la scatola ritornerà alla sua primitiva posizione, il contrappeso si ritroverà al limite della sua corsa e così di seguito. In modo che, durante

il cammino, ogni passo produce un'oscillazione che il contatore registrerà.

Non bisogna credere che la stima delle distanze per mezzo di questo apparecchio non possa dare che indicazioni grossolane. Nelle mani di un osservatore diligente esso è capace di una grande esattezza.

Il viaggiatore che avrà avuto cura di eseguire alcuni esperimenti preliminari fra due punti di cui la distanza è esattamente conosciuta, avrà presto determinato il coefficiente col quale dovrà, secondo la natura e l'inclinazione della strada percorsa, moltiplicare il numero dei passi, per trasformarli in modo sufficientemente esatto in un numero di metri.

IL BAROMETRO AD ACQUA.

Non lascieremo la casa di un dilettante di scienze, senza volgere gli occhi sul curioso barometro ad acqua che vi si trova stabilito, e che dà delle indicazioni visibili a distanza sulle variazioni della pressione atmosferica. La costruzione di un simile apparato è facilissima.

La densità dell'acqua è 13 volte e $\frac{1}{2}$ meno di quella del mercurio, per conseguenza quando la colonna di mercurio del barometro è di $0^{m},76$, quella dell'acqua, in un tubo barometrico, sarà di $10^{m},36$.

Un tubo di 11 metri d'altezza sarà più che sufficiente per stabilire un barometro ad acqua. Si prende un semplice tubo di piombo che si fissa contro il muro di una casa, come vien rappresentato dalla fig. 260.

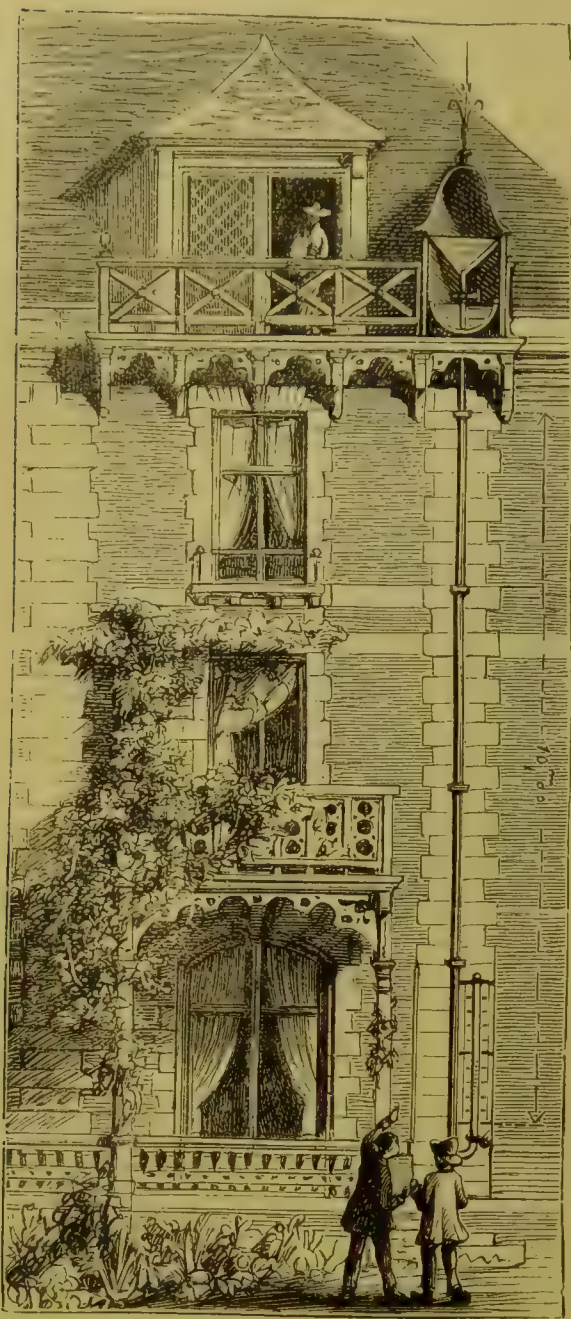



Fig. 260. Impianto d'un barometro ad acqua.

Alla parte superiore del tubo si adatta un imbuto, munito di robinetto. La saldatura è circondata da un vaso pieno d'acqua allo scopo di assicurarsi che non vi saranno fughe. Il tubo alla parte inferiore è ricurvo, e trovasi adattato per mezzo di altro robinetto un cilindro di vetro lungo $1^m,20$ circa, e fissato sopra una tavoletta munita di graduazioni. La posizione del tubo di vetro è calcolata in modo che il livello barometrico sia nel suo mezzo sotto la pressione

media (0^m, 76 di mercurio). Non rimane ora che a riempire il tubo d'acqua, a chiudere il robinetto superiore e ad aprire il robinetto inferiore. In queste condizioni il vuoto si formerà nella parte superiore ed il barometro ad acqua sarà costituito.

Questo barometro presenta il vantaggio di essere sottomesso a delle variazioni molto più sensibili del barometro a mercurio; il livello dell'acqua oscillerà di 13 cent. ½, quando quello del mercurio non varierà che di 1 centimetro. Se si desidera che i movimenti del barometro ad acqua sieno facilmente letti a qualche distanza, si potrà colorare il liquido in rosso od in bleu con una sostanza tintoria.

Si sono già messi in opera in alcune località, ed a varie riprese, dei barometri ad acqua; questi strumenti possono essere utilissimi, e sarebbe cosa molto importante generalizzarne l'uso.

L'acqua presenta l'inconveniente di congelarsi durante i freddi invernali; si può sostituirla con glicerina che non si solidifica.

CAPITOLO VIII.

LA SCIENZA E L'ECONOMIA DOMESTICA.

La fisica, la meccanica, la chimica e la maggior parte delle scienze applicate sono suscettibili di renderci dei servigi importanti in tutti i casi della vita comune; non sapremmo mai troppo adoperarci, dal doppio punto di vista del benessere e dell'economia, per circondarci di oggetti comodi, costrutti a norma dei principii della scienza. Scegliamo per caso un esempio in appoggio di quanto abbiamo detto.

Durante i freddi invernali, abbiamo spesso grande difficoltà a riscaldarci nell'interno; bruciamo del legno o dell'olio, e non per questo il freddo infierisce meno. Possiamo tuttavia evitare le intemperie, usando una doppia finestra.

Perchè le finestre doppie, usate ovunque in Rus-

sia, conservano così bene il caldo interno nelle abitazioni? È forse perchè si è in qualche modo difesi dal freddo da due finestre invece che da una sola? Questa spiegazione non sarebbe sufficiente. Se si è protetti dal freddo esterno, è mercè la massa d'aria imprigionata fra le due finestre. L'aria è in effetto, per quanto straordinario ciò possa sembrarvi, un gas cattivissimo conduttore del calore; esso forma il migliore ed il più semplice isolante che si possa trovare. Il caldo dell'appartamento è dunque perfettamente conservato dallo strato d'aria della doppia finestra. Esso non soffre perdita alcuna al difuori. Per la stessa causa la doppia finestra non è meno utile durante l'estate: essa impedisce al calore dell' aria atmosferica di penetrare nell' abitazione. Così la doppia finestra, col suo strato d'aria isolante, può compararsi al *burnus* di lana dell'Arabo od al mantello dello Spagnuolo, che li preservano così bene dal caldo come dal freddo, perchè entrambi sono nello stesso modo un isolante.

La doppia finestra può rendere ancora un altro servizio. I suoi vetri formano una serra. Il sole riscalda l'aria ch'essi rinchiudono; i raggi calorifici vi sono immagazzinati come sotto una campana di vetro. Fra le due finestre si possono dunque far crescere delle piante grasse ed anche dell'uva: ciò si è visto in più d'un luogo.

Ciò che diciamo sulla doppia finestra può far

nascere a qualche lettore il desiderio di farsene costruire una o parecchie nella propria abitazione. È una cosa che costa poco.

Eccone il piano: TT′ (fig. 261) è la barra d'appoggio esterna del davanzale. Le due finestre montate sopra un telaio di legno sono rappresentate

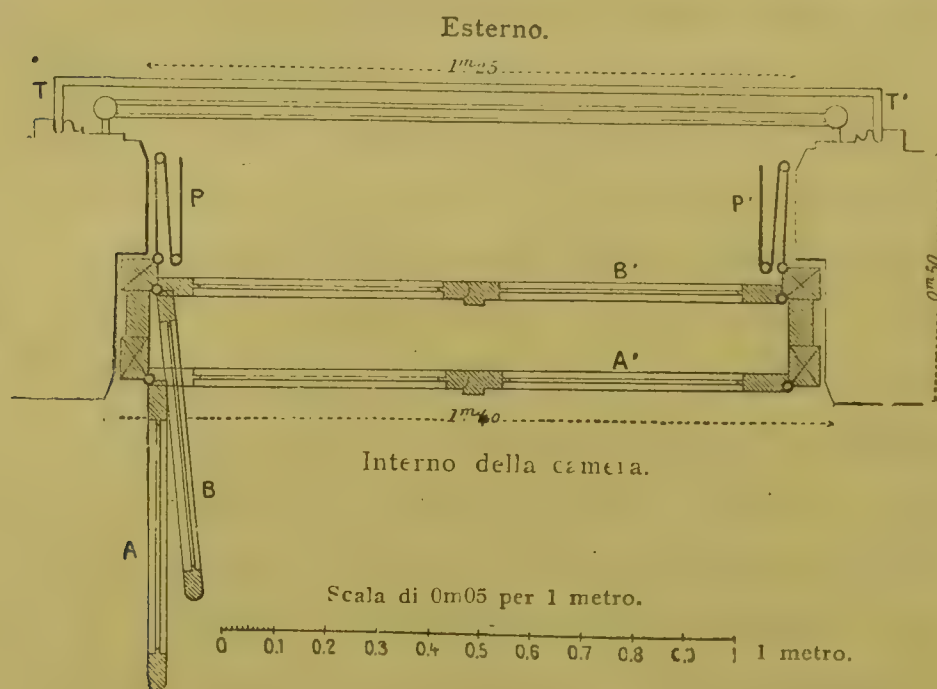



Fig. 261. Piano di una finestra doppia.

in AA′ e BB′. Le due chiudende A, B, sono figurate aperte, P e P′ sono griglie in latta. Si può, se il muro è meno largo di quello che figuriamo, sostituirle con una stuoia che si fa scendere a volontà fra le due finestre. Un gran numero di sistemi o d'istrumenti ingegnosi possono servirci con vantaggio ed economia nella vita domestica. Ne sceglieremo alcuni esempi in questo capitolo.

MACCHINE DA CUCIRE MESSE IN MOTO DAI CANI.

Gli animali sono stati usati in tutte le epoche per tirare carrozze e per condurre l'aratro, ecc.

Ma questi motori animati sono generalmente messi a profitto molto incompletamente ed in condizioni molto difettose. Il loro esercizio ben conosciuto nelle nostre coltivazioni rurali, benchè sia stato considerevolmente migliorato in questi ultimi anni, non produce per così dire nessun lavoro.

Oltre all'inevitabile attrito, il cavallo solo sviluppa della forza per attingere dell'acqua, come per tirare una vettura, mentre che il peso inerte dell'animale rimane quasi interamente inutilizzato. Una disposizione più economica è quella alla quale si ricorre forse ancora nei poderi lontani; colà, si fa salire l'acqua dal fondo dei pozzi nelle secchie, per mezzo di un asino che cammina nell'interno di una ruota, nel modo stesso che i cani mettevano una volta in moto il girarrosto.

Tuttavia questo metodo presenta delle serie obbiezioni, dal punto di vista umanitario, come pure della meccanica. Infatti, la tensione muscolare di un animale che sale continuamente in una ruota è realmente considerevole; si sono viste alcune di queste povere bestie stramazzare per qualche ostacolo improvviso che presentava una resistenza maggiore.

Al tempo dell'ultima esposizione agricola che si tenne a Parigi, abbiamo considerato una nuova macchina destinata a battere nell'aja; essa era messa in moto da un cavallo che camminava costantemente

Fig. 262. Macchinetta motrice messa in azione da un cane.

avanti sopra una via senza fine, passando sopra due cilindri quasi orizzontali.

Descriveremo oggi un' applicazione molto più utile della forza animale. La macchina di cui intendiamo parlare è stata inventata da Richard, di Parigi; si è fatta funzionare all' Esposizione delle scienze applicate all'industria.

Il principio dell'invenzione consiste nell'utilizzare tutta la forza che l'animale sviluppa col suo peso lordo. Un piccolo casotto contiene l'animale; esso riposa sopra un asse che sostiene l' insieme della macchina.

Si vede il cane nella posizione di riposo (fig. 262);

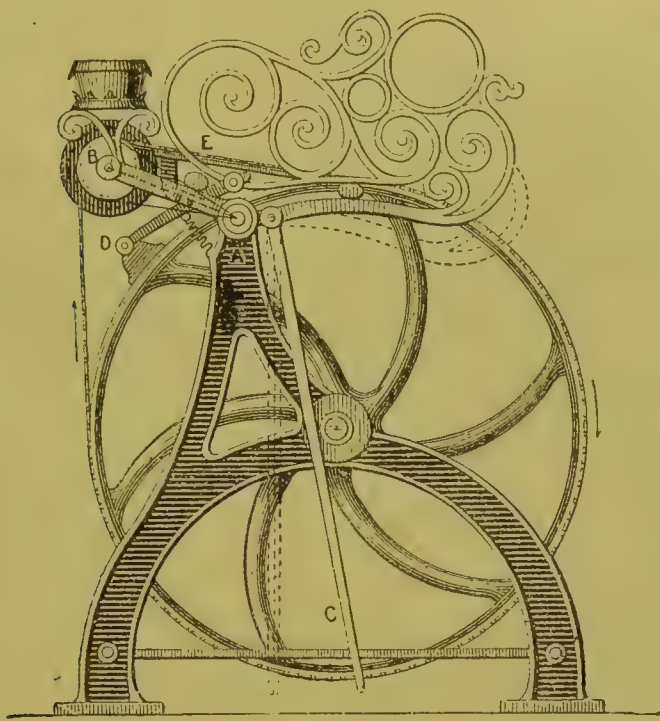



Fig. 263. Figura rappresentante i dettagli del meccanismo.

il peso dell'animale, quando conserva il suo centro di gravità, non esercita azione alcuna sulla ruota. Ma quando il casotto prende forzatamente la posizione indicata dalle linee punteggiate della fig. 263, vale a dire quando la tangente forma un angolo acuto colla verticale, il solo peso dell'animale basta immediatamente per far girare la ruota nella dire-

zione delle frecce. Il cane, sentendosi scivolare, cammina naturalmente in avanti. Ma il risultato completo è ottenuto quando il corpo è collocato interamente sulla linea discendente, e questo risultato deriva unicamente dal peso dell'animale.

Si aggiunge in E (fig. 263) una piattaforma fissa, precisamente al disotto e all'infuori della coreggia senza fine, allo scopo d'impedire al peso dell' animale in riposo di gravitare sopra quest'ultima. Una scodella, che si scorge al disopra del tamburo B, permette al cane di bere quando si riposa.

L'origine di questa scoperta è degna d'interesse. Richard confeziona degli uniformi militari ed usa di un buon numero di macchine da cucire. Egli ha riconosciuto che queste esercitano un'influenza dannosa sulla salute delle persone che le fanno agire. Il calcolo dimostra che qualunque altro genere di forza motrice assorbirebbe circa la metà del piccolo guadagno di questo genere di lavoro. Egli immaginò dunque il suo “ motore quadrupede „ per uso degli intelligenti bracchi francesi *(caniches)*, che sono facilmente ammaestrati e nutriti a buon mercato. Mercè questo processo, egli è in grado di far agire quattro pesanti macchine da cucire, che non lavorano costantemente, ma ad intervalli, secondo i bisogni, e ciò con una spesa appena apprezzabile.

I POZZI ISTANTANEI.

Il principio sul quale riposa questo ingegnoso sistema è semplice ed elementare. Si sa che in un numero grandissimo di terreni esistono degli strati d'acqua sotterranei ad una piccola distanza dai nostri pozzi; i pozzi ordinari, i quali non raggiungono generalmente che una piccola profondità, ne sono una prova incontestabile. Supponiamo che una vena liquida esista, per esempio, a dieci metri sotto la superficie del suolo, basta semplicemente affondare nella terra un tubo stretto che penetri fino nel seno del serbatoio naturale, e di adattare una pompa alla parte superiore.

Ecco come si procede per eseguire questo pozzo. Si colloca sul terreno una piattaforma fissa con tre piedi di legno, e munita di un buco nel quale s'introduce il tubo metallico che deve sparire nel suolo; questo tubo, a pareti grossissime, possiede un diametro interno di trentacinque millimetri, ed un'altezza dai tre ai quattro metri; alla sua parte inferiore esso è provvisto di fori sopra un'altezza di cinquanta centimetri circa; finalmente, termina con un cono d'acciaio ben temperato. Si batte violentemente per mezzo di una berta sospesa a

due corde che si avvolgono nelle gole di due puleggie; questo pesante martello, che due uomini possono far agire facilmente, potrebbe danneggiare il tubo se battesse direttamente sulla parte superiore; ma è disposto in modo da operare sopra un anello circolare solidamente fissato al tubo per mezzo di chiavarde. Si sposta e s'innalza questo anello a misura che il tubo s'affonda, e la operazione, diretta da due abili operai, si effettua con grande rapidità. Quando il primo tubo è quasi interamente sparito nella terra, s'avvita alla sua parte superiore un altro tubo, e si ricomincia la stessa manovra. Arrivati ad una certa profondità, si fa scendere nella cavità interna un piccolo scandaglio formato di una pietra, od altro, attaccata ad una corda, ed esaminando se essa ritorna asciutta o bagnata, si vede se il tubo ha raggiunto o no lo strato d'acqua. Quando la parte inferiore e bucherellata del tubo è penetrata nella vena sotterranea, il lavoro è terminato e si adatta allora una pompa alla sua parte superiore (fig. 264); si fa agire questa pompa che conduce prima alla superficie del suolo un'acqua torbida e fangosa per effetto del movimento della terra determinato dall'affondarsi del cilindro metallico; dopo un'ora o due si ottiene un'acqua fresca e limpida. Non è necessario il dire che se l'acqua possiede una forza ascendente bastante per scaturire al livello del

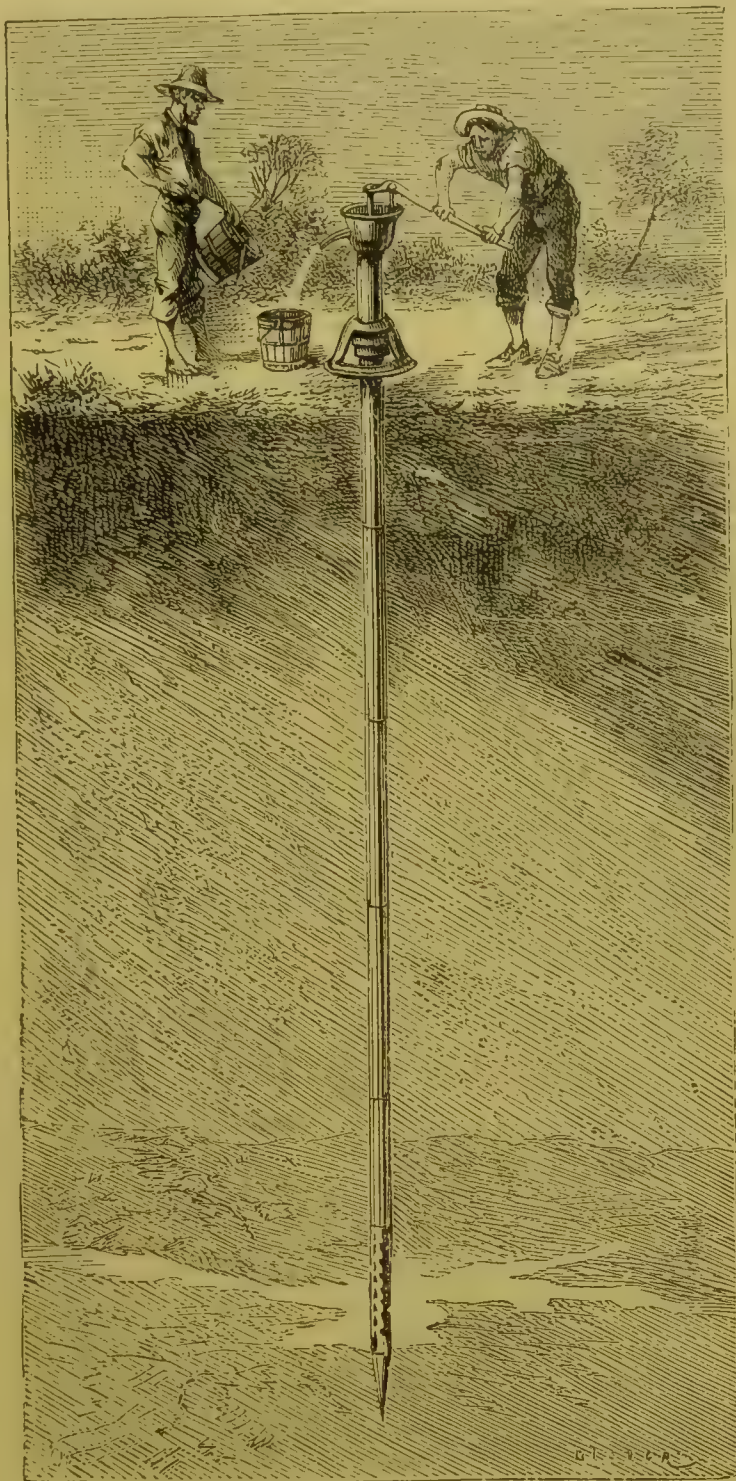



Fig. 264. Pozzo istantaneo in azione

suolo si è costrutto un pozzo artesiano, e la pompa diventa inutile.

L' operazione si effettua generalmente senza alcuna difficoltà; tuttavia se il tubo incontra un ostacolo molto resistente, come un masso di silice, bisogna estrarlo ed affondarlo altrove; ma nella maggior parte dei casi, mercè il suo piccolo diametro, respinge gli ostacoli da parte, e giunge, nove volte su dieci, alla profondità voluta. L'esperimento esige in media un'ora di lavoro, ed il tubo, di dieci metri colla sua pompa, è di un prezzo moderato, che potrà ancora diminuire. Ciò permette di fare degli esperimenti spesso utili nelle coltivazioni agricole. Un pozzo ordinario richiede un lavoro piuttosto lungo e difficile; bisogna scavare il suolo e togliere la terra, sostenere l'apertura lentamente forata con un muro di mattoni, e se l'acqua non si ritrova, la spesa è completamente infruttuosa. Mercè questo sistema si può cercare l' acqua ovunque, con poca spesa, scandagliare il suolo con grande facilità, e se non si trova lo strato libero, si è liberi di levare il tubo; si estrae, e si può affondarlo altrove.

Si racconta che l'idea dei pozzi tubulari nacque al tempo della guerra che divise momentaneamente gli Stati Uniti d'America: alcuni soldati dell'esercito del Nord avevano attinto l'acqua in un suolo sterile per mezzo di canne da fucile che essi av-

vitavano ed affondavano nel terreno. Norton più tardi perfezionò e rese pratica questa invenzione.

Il governo inglese spedì in Abissinia un numero grandissimo di questi tubi, ed i risultati ottenuti superarono ogni speranza. Un comandante dell'esercito di spedizione scriveva in data del 20 gennaio 1868:

" Si è scoperto a Koomaylee, per mezzo dei pozzi tubulari americani, una sorgente d' acqua calda, e siccome Koomaylee, che è la prima stazione sulla strada di Senafè, non è che a tredici miglia di distanza dalla baia d'Annesley, si parla di far venir l'acqua per mezzo di tubi....

" Una delle maggiori difficoltà del Passo di Senafè era la mancanza d'acqua fra il Sooroo superiore ed il Rayray-Guddy, sopra una distanza di trenta miglia circa. Un pozzo tubulare è stato attivato a Undul, che trovasi quasi a metà strada fra questi due luoghi; il che facilita immensamente il movimento delle truppe e le provviste fino a Senafè. „

Da quel tempo, abbastanza lontano, Donnet di Lione volle modificare e migliorare i pozzi istantanei di Norton, usando tubi di diametro maggiore, disposti, con tutto il materiale necessario per affondarli, sopra un veicolo facile a trasportarsi (fig. 265).

L'apparecchio di Donnet si compone di un car-

retto a quattro ruote, che si rende immobile per mezzo di freni. I sostegni gemelli si collocano verticalmente e trovano un punto d'appoggio abbastanza solido contro il carretto; inoltre essi sono rinforzati con dei puntoni. All'estremità superiore di ogni sostegno trovansi fissate delle puleggie che ricevono le corde destinate ad innalzare la berta. Questa berta, in forma di cilindro, lascia passare il tubo da affondarsi, precisamente come nel primo sistema di Norton. L'unica modificazione importante consiste nell'uso del carretto che non può però essere utilizzato vantaggiosamente che sui terreni piani e uguali.

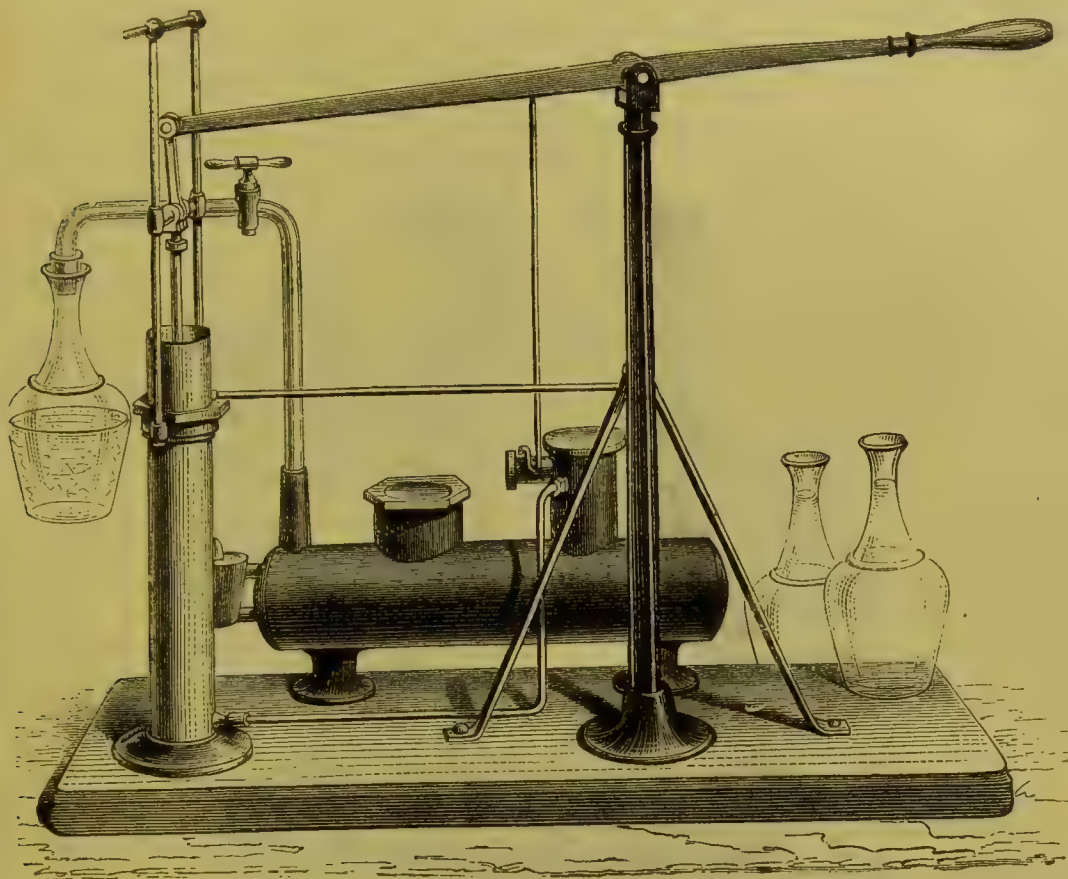
APPARATO CARRÉ PER GHIACCIARE L'ACQUA NELLE CARAFFE.

Sovente nei corsi di fisica si ripete un esperimento il quale consiste nel far congelare dell'acqua collocandola nel vuoto della macchina pneumatica. L'acqua viene versata in un piccolo scodellino rinchiuso sotto la campana di vetro della macchina; quando l'operatore ha dato alcuni colpi di stantuffo, l'acqua comincia ad entrare in ebollizione, poi si trasforma in una massa solida di ghiaccio. È facile comprendere ciò che avviene in questo esperimento. L'acqua comincia a bollire, dal mo-

mento che la pressione dell'aria non agisce più sulla sua superficie; ma per passare dallo stato liquido allo stato gasoso, senza l'aiuto di un focolare esterno, essa sottrae del calore ai corpi che la circondano e si raffredda da sè medesima al punto da solidificarsi. È questo semplicissimo esperimento che Carré ha messo in pratica per mezzo dell'apparecchio qui contro (fig. 266). Una piccola pompa a mano fa il vuoto nella caraffa che si adatta (per mezzo di un anello di gomma che forma turacciolo) ad un tubo metallico col quale vien messa in rapporto.

L'acqua contenuta nella caraffa non tarda ad entrare in ebullizione; il vapore che si sviluppa, traversa un serbatoio intermedio, pieno d'acido solforico, che lo assorbe e lo condensa quasi istantaneamente: nel mezzo del liquido contenuto dalla caraffa, si vedono irradiare da un centro comune alcuni aghetti di ghiaccio che aumentano a vista d'occhio, si moltiplicano rapidamente nel seno dell'acqua e la trasformano subito in una massa solida di ghiaccio. L'esperimento si eseguisce con molta facilità; l'acqua della caraffa è completamente congelata in meno di un minuto, e il numero dei colpi di stantuffo da dare richiedono pochissima fatica.

L'apparecchio può essere utilizzato con vantaggio in campagna e nei luoghi lontani dalle città

ove non trovasi del ghiaccio in commercio. L'unico inconveniente che presenta, consiste nell'uso dell'acido solforico, di cui consuma quantità considerevoli per l'assorbimento del vapore acqueo. Ma

Fig, 266. Apparecchio Carré per ghiacciare l'acqua nelle caraffe.

prendendo le precauzioni necessarie, si può utilizzare questo ingegnoso apparecchio, chiamato a rendere dei grandi servigi al tempo specialmente dei calori estivi.

Il problema della fabbricazione veramente economica del ghiaccio è uno di quelli che preoccu-

pano più seriamente i chimici e gli ingegneri; malgrado però tutti gli sforzi fatti fin qui non è ancora risolto in modo completo.

Gli apparecchi finora costrutti, qualunque sia il

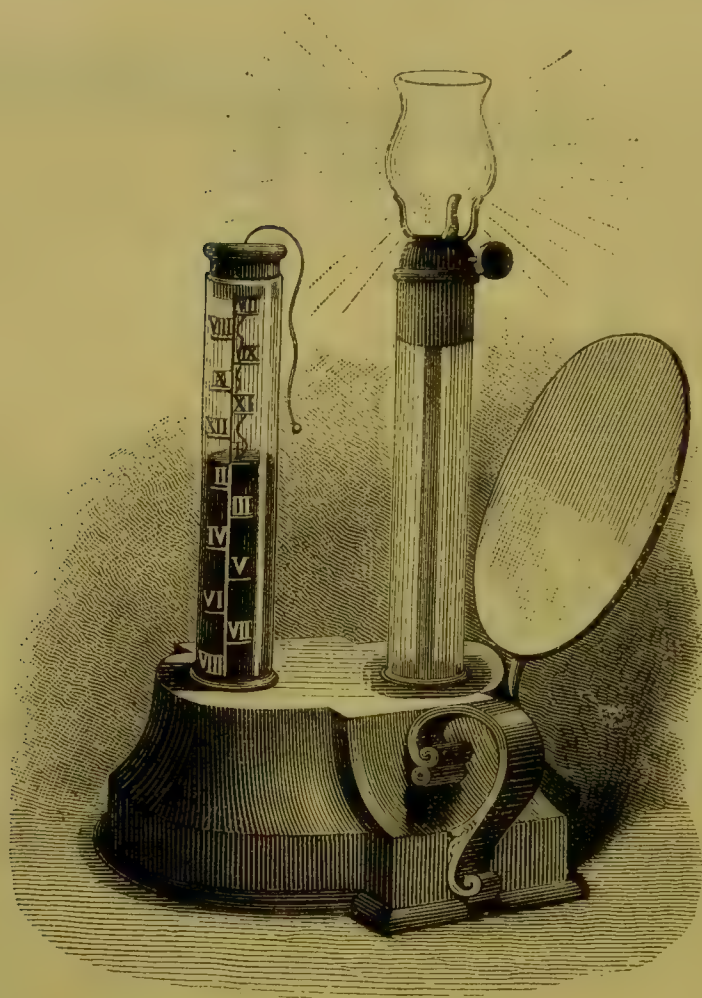



Fig. 267. Lampada notturna che segna l'ora.

principio su cui si fondano, presentano generalmente certi inconvenienti che aumentano il prezzo del ghiaccio ottenuto, o che recano dei disturbi al loro andamento.

Nelle grandi città, la conservazione, per mezzo

delle ghiacciaie del ghiaccio formatosi durante l'inverno, è ancora il mezzo migliore per procurarsi dell'acqua solidificata nei grandi calori estivi.

LAMPADA NOTTURNA CHE INDICA L'ORA.

La fig. 267 rappresenta un ingegnoso sistema, che pone in grado d'indicare l'ora per mezzo della combustione dell'olio in una lampada. Il disegno si spiega per così dire da sè medesimo: sopra il serbatoio d'olio trovansi fissati due tubi verticali di vetro. Il tubo di sinistra contiene dell'olio ed è munito di una graduazione che rappresenta le ore; il tubo di destra termina col lucignolo imbevuto d'olio, il quale produce la luce mediante la combustione. L'apparecchio è stato costruito dall' inventore Enrico Behn, in modo che necessita un'ora di tempo per consumare la quantità d'olio compresa fra due graduazioni. Un riflettore al disotto della fiamma proietta un raggio luminoso attraverso il tubo graduato. Durante la notte si può distintamente vedere a quale altezza trovasi l'olio nel tubo graduato, e leggere l'ora corrispondente.

LAMPADA-SVEGLIA.

L'apparato rappresentato qui sotto (fig. 268),

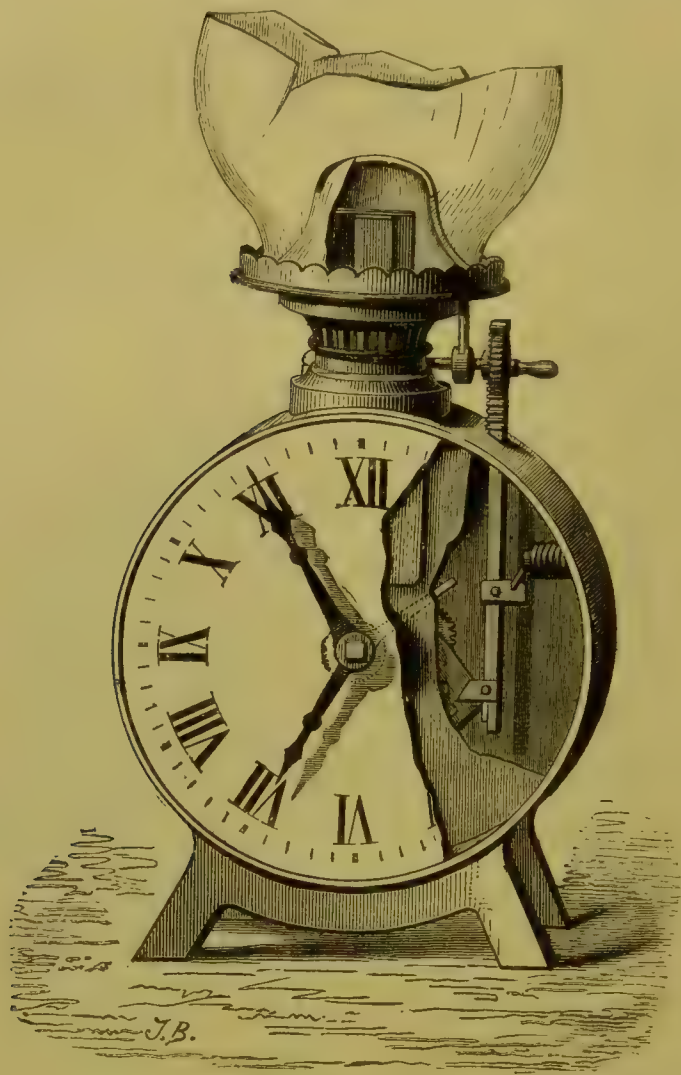



Fig. 268. Lampada-sveglia.

costituisce una lampada-sveglia ordinaria; questo apparato è sormontato da una lampada a petrolio che porta un piccolo lucignolo, che rimane acceso tutta la notte e che serve di lampada.

La lampada-sveglia porta un piccolo indice (rappresentato con una punteggiatura sulla figura) che si colloca sull'ora alla quale desiderasi di essere svegliato.

Questo piccolo indice è riunito al movimento in modo che all'ora stabilita libera un perno verticale rappresentato sulla destra della figura. Questo perno, spinto da una molla, porta una cremaliera, che agisce sulla vite che serve ad innalzare il lucignolo antecedentemente abbassato. Il lucignolo così sollevato si accende al contatto di un piccolo accenditore e spande della luce; la luce unisce il suo effetto al rumore del campanello per scuotere la pigrizia del dormiente.

La lampada-sveglia descritta è, sembra, molto usata a New York.

LAMPADA A PETROLIO.

La lampada rappresentata qui appresso (fig. 269), brucia della gazolina o gas Mille senza il menomo odore e senza il menomo pericolo d'esplosione. Essa brucia egualmente bene il petrolio come l'olio di nafta. Il suo massimo d'intensità luminosa si ottiene con delle gazoline del peso di 660 grammi al litro.

Ecco la descrizione di questo sistema. Nella parte centrale o porta-lucignolo trovasi un foro A, B, che

traversa tutto il piedestallo e per il quale l'aria s'introduce nel centro della fiamma. Due lamine verticali, saldate nell'interno, dividono questa corrente in quattro filetti. Il portatubo o galleria forma col

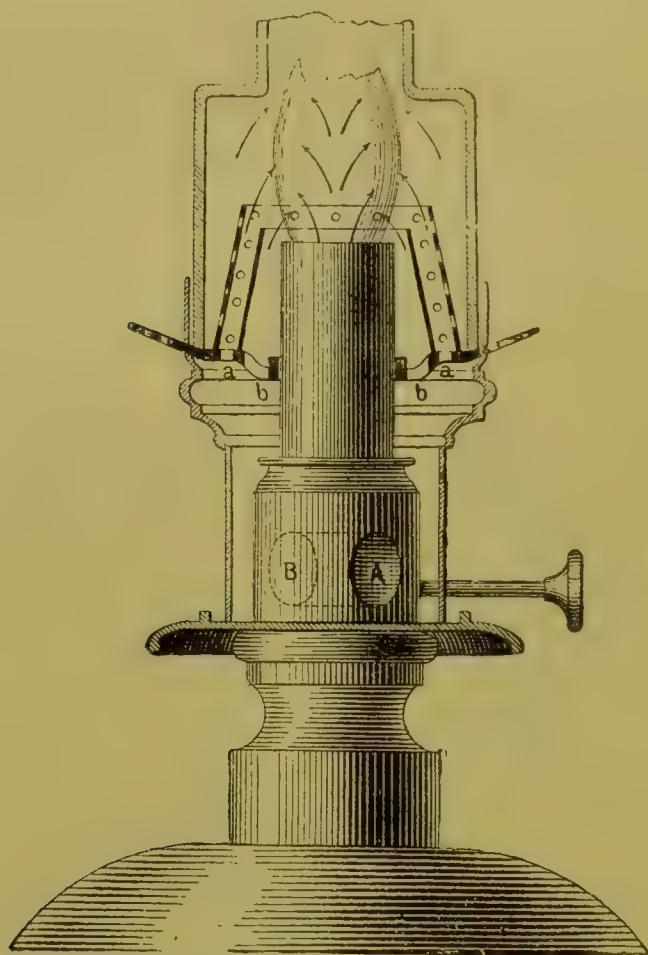



Fig. 269. Sezione della nuova lampada a petrolio.

vetro tre inviluppi concentrici, raffilati coi margini del porta-lucignolo in modo che l'aria arrivando alle lastre cilindriche venga di più in più spinta sotto la fiamma. Dei fori diligentemente regolati *a, b*, danno adito all'aria esterna. Computando la cor-

rente d'aria centrale, vi sono dunque quattro correnti d'aria di cui tre in istrati sottili che urtano la fiamma. Queste sono eccellenti condizioni per ottenere una perfetta combustione; da ciò mancanza completa di fumo e limpida intensità luminosa.

Aggiungeremo che questa lampada riceve indifferentemente qualunque specie di tubo, tanto il tubo detto moderatore, ad angolo, quanto il tubo tedesco strozzato, poichè la ripartizione completa d'aria caldissima nella prima lamina, meno calda nelle altre, s'oppone al colpo di fuoco sul camino, e per conseguenza non spezza mai i tubi; queste due osservazioni saranno certamente apprezzate in provincia, ove la difficoltà di munirsi di tubi convenienti è sovente insuperabile. La lampada in discorso non può ricevere nuovo liquido senza prima svitare il becco; il che obbliga ad estinguerlo, evitando così la maggior parte di probabilità d'esplosione. Se finalmente aggiungiamo che un portalucignolo di 12 linee rischiara il doppio di un becco moderatore della stessa forza, e non consuma che dai 3 ai 4 centesimi per ora, e che la sua luce possiede un'assoluta stabilità, avremo fatto gli elogi migliori a questo modesto utensile.

UNA TRAPPOLA ECONOMICA.

Questo piccolo apparecchio, che tutti possono facilmente costruire, è, a detta di un osservatore degno

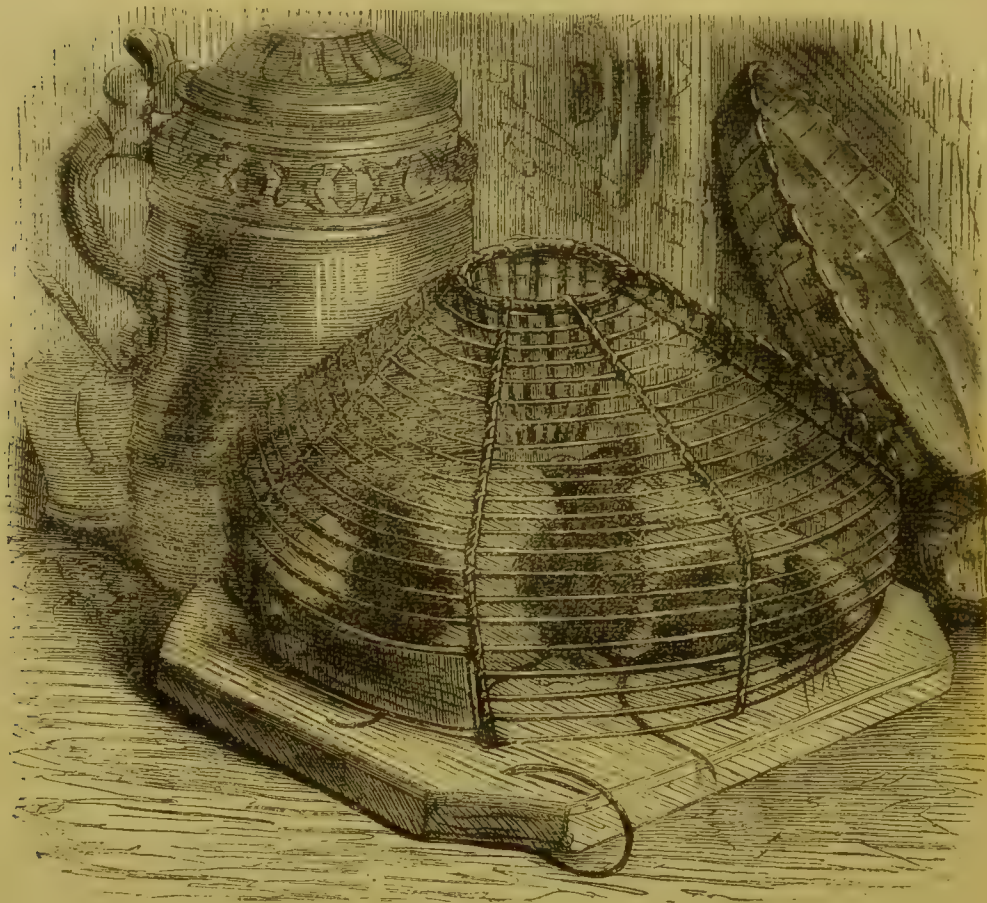



Fig. 270. Una trappola economica pe' topi.

di fede, utilissimo e molto efficace; perciò ci siamo decisi di porlo sotto gli occhi dei lettori. Esso componesi di un cono fatto con filo di ferro, fisso sopra una tavoletta di legno, e provvisto nella sua parte superiore di un foro circolare, munito di fili di ferro

verticali, il quale dà adito ai topi, ma non permette loro di uscire. I topi vengono attirati da qualche pezzetto di lardo che si è collocato entro la gabbia di metallo, a guisa di esca. Essi penetrano dall'apertura superiore e banchettano allegramente colla delicata vivanda, senza sospettare di avere passata la porta d'una prigione, ove si entra facilmente, ma da cui non si può più fuggire (fig. 270). Quelli fra i lettori che sono importunati dai sorci possono tentare il sistema; saremo felici d'avere contribuito a sbarazzarli di questi piccoli nemici.

UN BUON SISTEMA DI ROBINETTO.

L'eccellente robinetto che qui raccomandiamo è dovuto ad un operaio fonditore in bronzo ad Angoulême, Guyonnet (fig. 271). Esso consiste in un'asticella metallica munita di un cuscinetto di cautsciù, a cono verso l'asta ed assottigliato dalla parte da cui giunge l'acqua, seguendo una doppia curva che ha per effetto di dividere senza urto la vena liquida e di condurla in un'apertura annulare calcolata in modo che la vena non laminata venga nè passata alla filiera, nè bruscamente deviata, come avviene nella maggior parte dei robinetti esistenti.

Le conseguenze sono facili a dedurre: un piccolo spostamento del cuscinetto lascia uscire un volume d'acqua relativamente molto maggiore di quello che verserebbe un robinetto della stessa grossezza; una piccola incrostazione di verderame, un filo di paglia, possono essere impigliati nel cuscinetto, senza che la chiusura cessi per questo di essere ermetica.

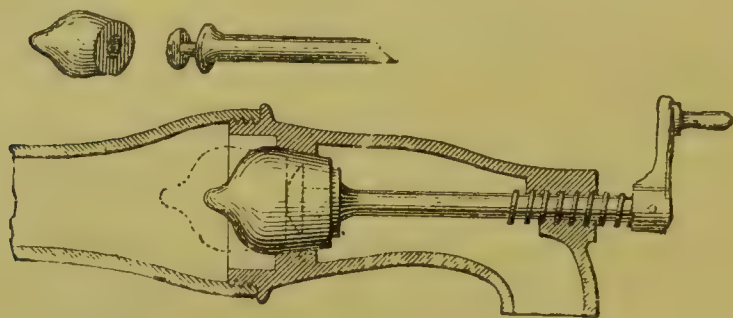



Fig. 271. Robinetto sistema Guyonnet.

Finalmente, per prevedere i casi rarissimi di riparazioni da eseguire, il congegno è formato di due pezzi di cui uno non si sposta mai, una volta fissato; la testa sola si può togliere, e si svita facilmente.

In quanto al cuscinetto, esso si adatta sull'asticella di ferro come una bottoniera nel suo bottone e non costa che 15 centesimi; agevolissime ne sono le riparazioni.

Le deformazioni che i geli più intensi recano a

questo apparato, sono senza influenza sulla sua ermeticità, in virtù della morbidezza del cuscinetto di cautsciù.

Finalmente, e mercè queste diverse e opportune disposizioni, il robinetto è fabbricato di metallo sottilissimo, esige poco lavoro, e si vende a buon prezzo.

CAPITOLO IX.

GLI APPARECCHI DI LOCOMOZIONE.

Tutti conoscono la carrozza, la carretta, il canotto ed i varii mezzi di trasporto: noi mostreremo che questi mezzi di trasporto così in uso possono essere variati, modificati in molti modi e formare l'argomento di ricreazioni e di costruzioni interessantissime.

Ecco, per esempio (fig. 272 e 273), un modo di trasporto sconosciuto nelle nostre regioni. Diremo ora in quali termini l'autore anonimo del curioso veicolo che rappresentiamo, ne fa spiccare le qualità.

“ Il mio veicolo trasporta quattro persone, non compreso il cocchiere; esso è solido, facile a tirarsi; non gli bisogna, per voltare, che la lunghezza del cavallo; si è interamente padroni della bestia, esso è di facile accesso, non solleva polvere insoppor-

tabile, a meno che non si abbia il vento a tergo e che il cavallo non sia abbastanza lesto per allontanarsene. La sua costruzione non costa molto; il finimento non è di lusso, salvo la testiera; il cavallo è protetto dal sole, dalla pioggia e dalle mo-

Fig. 272. Nuovo veicolo americano veduto di fianco.

sche. Se l'animale cade, non vi troverete più male che se fosse attaccato ad un sedile da posta o ad un biroccino. Finalmente, e ciò è degno di considerazione, qualunque cavallo potrà fare il servizio, sempre però ch'egli abbia buone gambe, una bella coda ed una respirazione vigorosa. Il nuovo veicolo può essere costrutto in modo che i viaggiatori

siano seduti comodamente in diverse posizioni, come indica l'incisione, dorso con dorso come sopra l'imperiale di un omnibus, o faccia contro faccia, due per due. Un grande vantaggio del sistema consiste in ciò che il peso gravita principalmente vicino al collare del cavallo; un altro merito consiste nell'av-

Fig. 273. Lo stesso veduto di dietro.

vicinamento del cocchiere al cavallo: l'uomo può così farsi sentire dall'animale e batterlo dolcemente s'egli si mostra indocile al carico che deve sopportare. Se il cavallo desse segno di essere caparbio, non potrebbe nè impennarsi nè tirar calci a danno di nessuno.

“ Stimo il costo di una vettura ordinaria 2000 franchi: un bel cavallo vale lo stesso prezzo, un'ele-

gante bardatura 500 franchi; totale 4500 franchi. Il mio veicolo non costa che circa 1000 franchi, il cavallo circa 1000 franchi, la mia bardatura 150; ho dunque un'economia di 2350 franchi. „

GUIDE SENZA FINE.

Le guide senza fine, che possono essere adattate a qualunque genere di veicolo, si compongono di pezzi aventi $0^m,30$ o $0^m,40$ di lunghezza, articolati fra loro, e di cui le estremità riposano sopra un sostegno comune per assicurare alla strada la stabilità necessaria. La guida senza fine circonda completamente le ruote per tutta la lunghezza del treno. La guida di destra e quella di sinistra sono indipendenti l'una dall'altra. Di mano in mano che il treno si inoltra, gli elementi che formano la strada si stendono davanti e si rialzano didietro. Davanti, essi sono guidati da due ruote distributrici (fig. 274) regolate dalla stessa trazione, in modo che, se lo sforzo di trazione devia a sinistra o a destra, la strada senza fine segue automaticamente la stessa direzione. Nella parte posteriore del treno, gli elementi della strada sono riuniti da altre due ruote, ma siccome nelle curve lo spazio percorso dalle

due serie di ruote delle vetture non sono eguali, mentre la lunghezza della strada senza fine rimane invariabile, ne segue che un lato della strada, rapporto all'ultima vettura, s'allunga e che l'altro si accorcia; per questa ragione le ruote di rialzamento di dietro sone fornite di un movimento differenziale; quando una si porta indietro l'altra si avanza di altrettanto; in questo modo la strada è

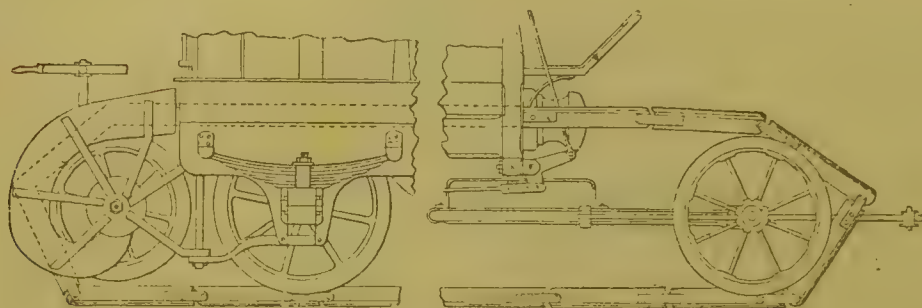



Fig. 274. Parte anteriore e posteriore di un treno fornito di un sistema di guide senza fine.

costantemente appoggiata, e rialzata regolarmente, qualunque sia la curva percorsa (le vetture girano comodamente in una curva dai 6 ai 7 metri di raggio).

La guida senza fine è accompagnata dal didietro in avanti con molta semplicità da guide speciali collocate sotto il piantito dei vagoni. Le ruote dei veicoli sono a doppio orlo per evitare qualunque disvio e sono montate sopra razzi, come si vede, ma a preferenza nel modo dei vagoni della strada ferrata.

Il sistema, considerato dal punto di vista meccanico, offre prima un risultato singolare, vale a dire il pochissimo sforzo che richiede il treno per essere messo in moto. La resistenza del movimento rotatorio misurata col dinamometro si è trovata di 12 chilogrammi per tonnellata e si può assicurare francamente che sopra una stessa via, e con eguale trazione, con questo mezzo di trasporto si può carreggiare un peso doppio ed anche triplo che coi mezzi ordinari. Il fatto può essere verificato tutti i giorni nel giardino delle Tuilerie, con un piccolo materiale, è vero, ma abbastanza grande per essere dimostrativo. Le tre vetture tirate dalle capre contengono trenta fanciulli (fig. 275). Esse sono spesso complete, specialmente la domenica; non vi sono più di due capre per tirarle, e sempre le medesime, da due ore a nove ore di sera. Tutti conoscono la forza limitatissima di questi animali; ebbene, senza affaticarsi, esse fanno regolarmente il loro servizio, avendo sovente delle cariche di circa 1000 chilogrammi (fanciulli e materiale). Per tirare un simile peso in tre altre vetture a ruote ordinarie, sarebbe necessaria una dozzina di capre, ossia quattro per vettura; è tuttavia questo numero che si attacca alle piccole carrozze che conducono al passeggio i fanciulli nei Campi Elisi.

L'economia del trasporto è dunque incontestabile.

La velocità normale è di 4 a 6 chilometri all'ora;

ciò vuol dire che il sistema non è destinato ai viaggiatori, ma unicamente alle merci.

Le applicazioni di questo sistema potrebbero essere numerosissime in tutte le strade, per qualunque specie di trasporti, utilizzando per la trazione i cavalli, i buoi e sopratutto le macchine stradali, nelle miniere ed officine, per sgombrare le stazioni ferroviarie, alle colonie nelle piantagioni, ecc., ecc.

L'inventore Ader destinò il sistema specialmente ai trasporti nelle Lande; per mezzo dei loro pattini, le guide si sostengono benissimo sulla sabbia mobile; sopra un simile terreno, la strada si assoda e funziona altrettanto bene che sopra una via ordinaria. Perciò nelle Lande, invece di selciare con grandi spese le strade, si avrebbe soltanto bisogno di tracciarle e di tagliare le alte felci. Questa sarebbe una vera fortuna per quei paesi; vi sono delle estensioni enormi di terreni e di foreste di pini, ove il legno e la resina si perdono sul posto e che non si possono rendere utili per mancanza di strade.

Sarebbe facile applicare il sistema a guide senza fine a molti altri trasporti di diversa natura, nelle campagne ed in un gran numero di località ove le strade fanno difetto.

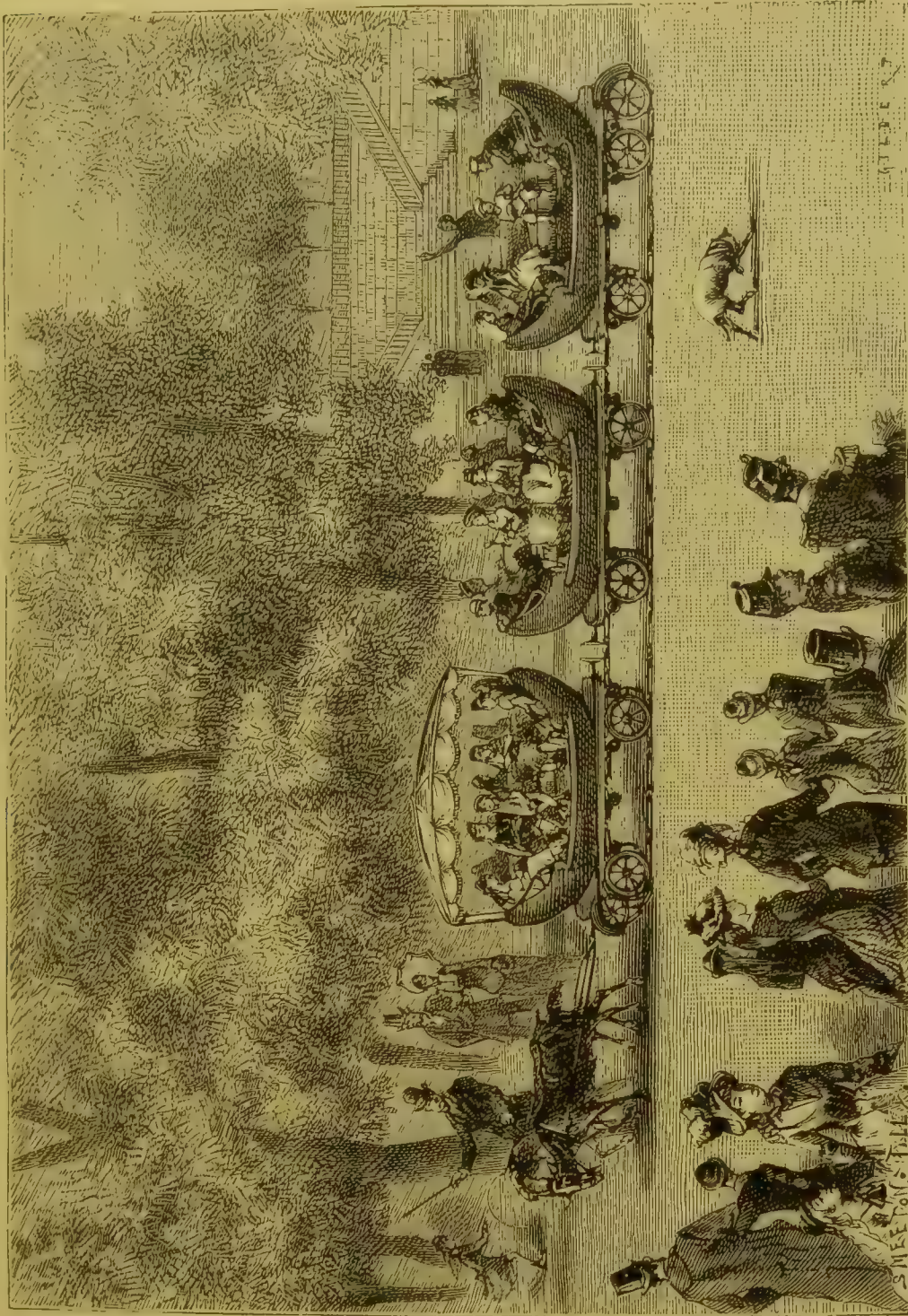



Fig. 275. Guide senza fine adattate a una serie di vetture tirate dalle capre nel Giardino delle Tuilerie, a Parigi.

I VAGONI A VELA.

“ La forza del vento che agisce sopra le vele, può essere applicata tanto sulla terra per dirigere una carrozza, quanto sul mare per una nave. „ Così si esprime il vescovo Wilkins, nel secondo libro della sua *Magia matematica,* stampato a Londra nel 1648. “ Vetture simili, aggiunge egli, sono state usate da tempi immemorabili in Cina come pure in Ispagna nell'aperta campagna, ma è principalmente in Olanda che si sono utilizzate col più grande successo. In quest'ultimo paese esse oltrepassano di molto la velocità di una nave qualunque, che fosse stata spinta in pieno mare dal vento il più favorevole. Così, in poche ore, una vettura a vela trasportò una diecina di persone sopra uno spazio di 200 chilometri, e ciò con pochissime difficoltà per chi era seduto al timone, giacchè quest'uomo poteva guidare a volontà la direzione del veicolo. „

Lo stupore del buon vescovo e de' suoi contemporanei, relativamente alla velocità d'impulsione, era perfettamente giustificato, perchè una vettura a vele olandese, costrutta come indica la fig. 276, percorreva 56 chilometri all'ora. Or questa era per loro una velocità a quei dì sconosciuta, qualunque

fossero i mezzi di locomozione adoperati. Degli uomini che correvano davanti a queste vetture, parevano inoltrarsi in senso inverso tanto erano velocemente oltrepassati. Oggetti collocati a grande distanza erano raggiunti in un batter d'occhio e lan-

Fig. 276. Una vettura a vela in Olanda, nel diciassettesimo secolo (da un'incisione dell'epoca).

ciati dietro il veicolo. Certo, prima delle strade di ferro le carrozze a vento dovettero sorpassare in velocità tutti gli altri mezzi di locomozione, e c'è da stupirsi che non siensi fatti sforzi per perfezionare questa navigazione terrestre. Ma l'arcivescovo Wilkins non ebbe da rivolgersi questo rimprovero,

poichè adattò al veicolo un mulino a vento e dispose le vele in modo che le ali girassero qualunque fosse la direzione del vento. Propose di fare agire le vele sulle ruote della carrozza, per trasportare carrozza e mulino ad un tempo, non importa in quale direzione, anche in una direzione completamente opposta a quella del vento. Questa invenzione è stata rinnovata, alcuni anni or sono, agli Stati Uniti, e si potrebbe concludere, in modo poco misericordioso, che se dopo un lavoro di due secoli e mezzo i nostri inventori non hanno saputo far nulla di meglio che ricorrere all'idea del venerabile vescovo, si è raggiunto l'ultimo limite in materia d'invenzioni per le carrozze a vela. Tuttavia il battello da ghiaccio che descriveremo più avanti è probabilmente figlio della vettura a vela, ed i piccoli veicoli che mettono in moto enormi cervi volanti, come li costruiscono spesso scolari ingegnosi, hanno molta analogia colle invenzioni che ci occupano in questo momento.

Giova far osservare che, se le strade ferrate han fatto rinunciare alle carrozze a vela, sono queste stesse ferrovie che stanno per far rinascere l'antica invenzione. Veicoli a vele sono oggi usati sul prolungamento delle guide per mezzo dei quali si traversano le immense praterie dell'Ovest agli Stati Uniti, e la velocità ottenuta eguaglia, dicono, quella dei treni celeri più rapidi. Dobbiamo alla gentilezza

di L. O. Wood, di Hays City, Kansas, la fotografia da cui togliamo il disegno del vagone a vela, immaginato da M. C. J. Bascom, della ferrovia Kansas

Fig. 277. Vagone a vela usato sulla via del Kansas-Pacifico, agli Stati Uniti.

Pacifico (fig. 277). Questa carrozza percorre circa 30 miglia (48 chilometri all'ora); e raggiunge la velocità di 40 miglia (64 chilometri) per ora, quando la brezza è impetuosa. Quest'ultima velocità è stata

ottenuta con un vento che spingeva il vagone in linea retta. 84 miglia (135 chilometri) sono state superate nello spazio di quattro ore, ancorchè la direzione del vento fosse contraria in una parte di questa distanza, e le guide eseguissero numerose curve sul tragitto. La nuova carrozza ha quattro ruote, ciascuna di 30 pollici di diametro: ha 6 piedi di lunghezza e pesa 600 libbre. Due alberi portano le vele, che hanno dai 14 ai 15 piedi di lunghezza con un'area totale di circa 81 piedi quadrati. L'albero maestro ha 11 piedi di altezza; 4 pollici di diametro alla base e 2 alla sommità. Inutile il dire che più di una legge che presiede alla direzione dei battelli da ghiaccio s'applica pure a quella della carrozza a vele.

È necessario osservare che allorquando quest'ultima percorre 40 miglia (64 chilometri) per ora, essa acquista, secondo il detto degli esperimentatori, una velocità superiore a quella del vento che la spinge, e la medesima osservazione è stata fatta spesso a proposito dei battelli da ghiaccio. D'altra parte i battelli da ghiaccio corrono bene specialmente quando il vento è loro contrario; infatti la vela è sempre piatta all'indietro; quanto alla carrozza a vele, è specialmente quando il vento la batte di traverso ch'essa s'inoltra colla più grande velocità. Naturalmente la differenza deriva dalla maggiore resistenza offerta dalle superfici più larghe e più

elevate dell'intelaiatura del veicolo, come pure dalle persone trasportate e dall'attrito degli orecchioni dell'asse; il che, probabilmente, nelle circostanze ordinarie, basta per impedire alla vettura a vela di ottenere la velocità che raggiunge il battello da ghiaccio.

Bascon ci dice che il suo vagone è seriamente utilizzato sulla ferrovia Kansas-Pacifico, ove se ne servono per trasportare gli oggetti necessari alla riparazione delle pompe, delle linee telegrafiche, ecc., per tutto il tragitto.

Il vagone a vela è di una costruzione poco costosa, ciò dicasi pure riguardo alla sua manutenzione. Esso economizza il lavoro degli uomini spingendo avanti carrette e carriuole.

NUOVO APPARECCHIO PER NUOTARE.

Dopo i mezzi di trasporto terrestre, ci occuperemo di quelli che si possono adoperare nell'acqua. La figura 278, che pubblichiamo a pagina 525, dà un'idea completa d'un meccanismo ingegnoso che è stato sperimentato a parecchi intervalli, con pieno successo, a Mobile, negli Stati Uniti. L'inventore è Richardson.

Fig. 278. Nuovo apparecchio americano per nuotare.

L'apparecchio consiste principalmente in un galleggiante attraversato da un albero longitudinale, munito alla parte inferiore di una piccola elica che fa l'ufficio di propulsore. L'albero è messo in rotazione, nel medesimo tempo, per mezzo di una manovella fatta girare dalle braccia dello stesso nuotatore, e da un pedale, del medesimo sistema, regolato da' suoi piedi. Il nuotatore steso sul galleggiante si avanza in tal modo con grande rapidità e senza molta fatica; la testa, sollevata sopra il livello dell'acqua, si trova in una posizione molto vantaggiosa per facilitare la respirazione. Richardson potè effettuare con questo meccanismo un tragitto di 7 chilometri sull'acqua, nello spazio di un'ora. Abbiamo ricevuto una lettera di un ingegnere americano, che, dandoci la descrizione di questo ingegnoso sistema, ce ne fece grandi elogi. La costruzione dell'apparecchio è facile e potrà essere tentata da qualche amatore di nuoto.

Si è molto parlato, in questi ultimi tempi, degli apparecchi abbastanza complicati del capitano Boyton: ci guarderemo dal negare la loro efficacia come sistema di salvataggio, ma ci sembra ehe gli esperimenti or menzionati presentino un carattere di particolare originalità, e che l'unione diretta dell'elica colla forza muscolare debba essere vantaggiosissima.

VELOCIPEDE NAUTICO.

Sono trascorsi alcuni anni dal giorno che Croce-Spinelli costruì un velocipide nautico che venne sperimentato nel grande lago di Vincennes, e sulla Senna stessa, ove attirò l'attenzione del pubblico; ma la guerra del 1870-71 interruppe questi esperimenti che non dovevano essere ripresi dal suo inventore, vittima dell'amore che portava alla scienza ed alla aerostatica.

Il signor Jobert, meccanico-costruttore, ha ripreso l'idea di Croce-Spinelli, ed ha immaginato un nuovo velocipede nautico la cui costruzione è molto ingegnosa, e i risultati soddisfacenti. L'apparecchio si compone di due galleggianti vuoti di latta, di forma cilindrica, ad affilati alle estremità. I due galleggianti sono riuniti da una piattaforma di legno leggerissima la quale sostiene il sedile del conduttore, ed il meccanismo che mette in moto il velocipede alla superfice dell'acqua. Questo meccanismo è semplicissimo: esso consiste in una ruota a palette, il cui asse è munito di due staffe, ove poggiano i piedi del conduttore. Il movimento che eseguisce il *velocipedista* per fare agire il velocipede nautico, è perfettamente comparabile a quello che

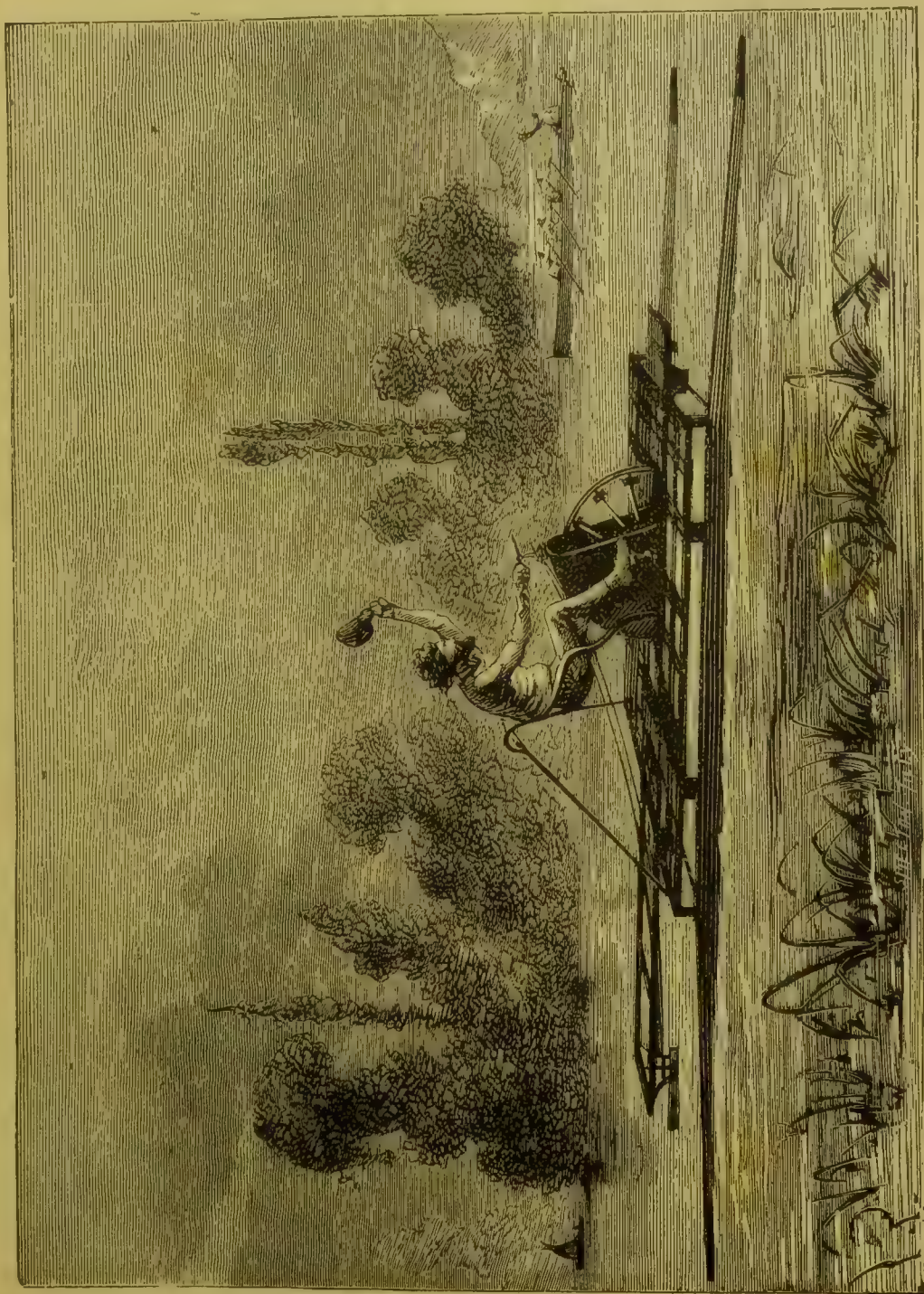



Fig. 279. Nuovo velocipede nautico.

si pratica pei velocipedi terrestri: i suoi piedi si abbassano e si alzano alternativamente imprimendo un moto di rotazione alla ruota, che fa camminare il sistema galleggiante alla superficie dell'acqua.

Per ottenere una deviazione a sinistra o a destra del cammino rettilineo, un timone leggero è disposto a tergo dell'apparecchio. Si fa agire mediante il concorso di due cordicelle che sono fissate all'impugnatura girante, collocata fra le mani del conduttore. Questi, come indica la figura 279, prende la posizione del *velocipedista* terrestre; mentre il moto di progressione sull'acqua gli viene assicurato dagli sforzi delle gambe, la traslazione dell'apparecchio a destra od a sinistra della via percorsa dipende dal moto ch'egli imprime, per mezzo delle mani, all'impugnatura adattata sopra la ruota a palette. Esso può dunque inoltrarsi facilmente sulla superficie di un lago o di un fiume, e con una velocità che eguaglia quella di un canotto condotto da un rematore.

Il costruttore, Jobert, ci assicurò che il nuovo velocipede nautico funziona pure a meraviglia sulla superficie del mare, anche quando le onde sono forti, e che, in questi casi, il sistema attraversa delle masse d'acqua che sembrerebbero doversi opporre al suo cammino.

Sui fiumi, il velocipede nautico è molto vantaggioso per l'amatore dei bagni freddi; questi può

lasciar galleggiare il sistema alla superficie dell'acqua mentre si bagna, e rimontarvi colla massima facilità per continuare la sua corsa. Non è necessario il raccomandare che è cosa indispensabile essere buon nuotatore per servirsi di questo apparecchio.

LA FOCA RIMORCHIATRICE.

Abbiamo dato or ora la descrizione di vari apparecchi ingegnosi di locomozione; vagoni a vele negli Stati Uniti, velocipedi per acque, ecc. I lettori avrebbero mai pensato al curioso modo di locomozione sull'acqua rappresentato dall'incisione a pag. 533 (fig. 280). Questa incisione non è il risultato dell'immaginazione, essa è stata riprodotta dal *The Graphic* di Londra, e rappresenta un curioso esperimento al quale abbiamo assistito alcuni mesi or sono.

Si è per molto tempo fatta vedere nella capitale britannica una *foca ammaestrata* che trascinava inappuntabilmente alla superficie dell'acqua di un vasto bacino una barchetta, ove stava seduto un giovane pilota con un remo in mano. La foca obbediva in modo incantevole alla voce del suo padrone.

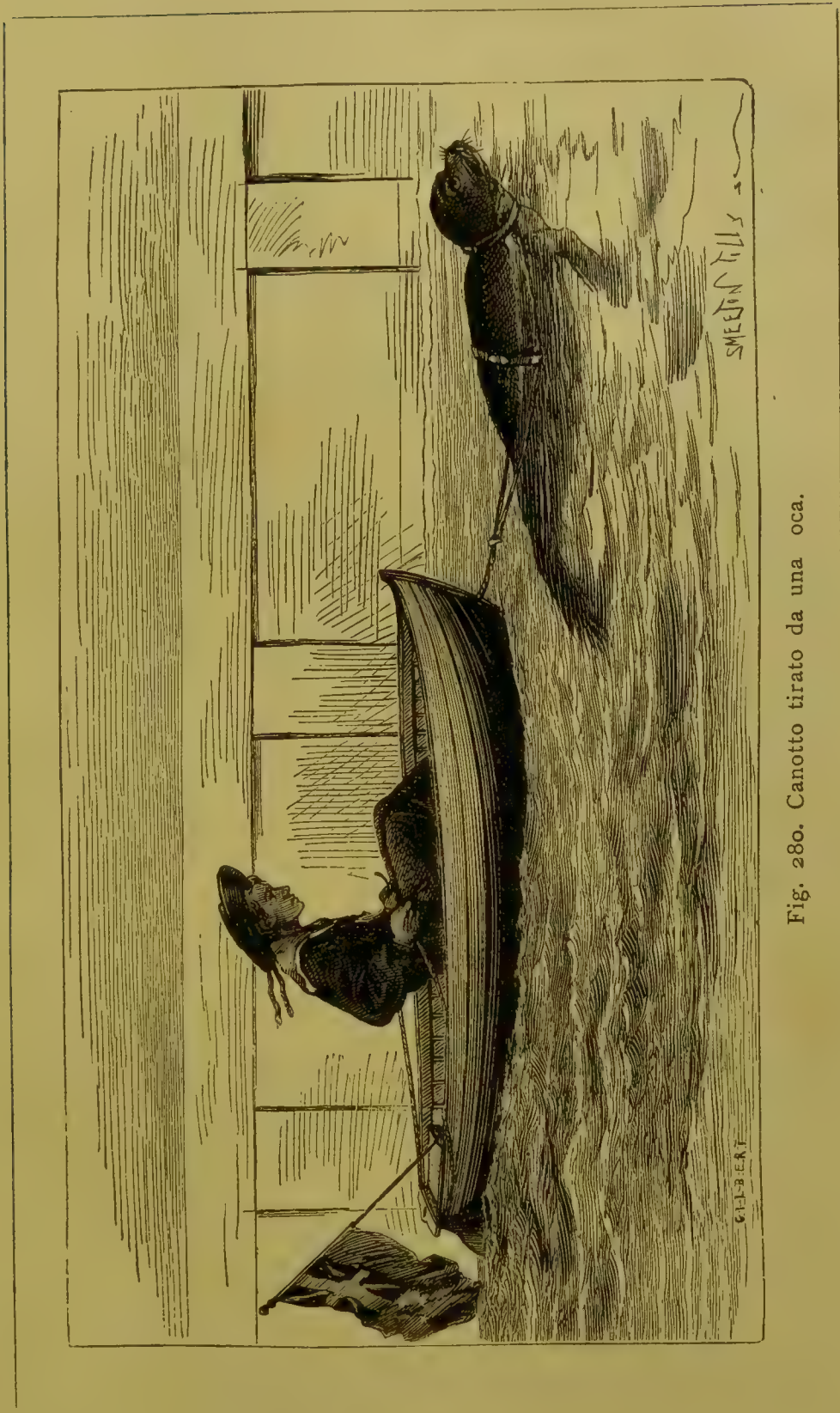



Fig. 280. Canotto tirato da una oca.

Questo modo di locomozione con foche ammaestrate potrebbe dunque essere utilizzato? Non ci sarebbe da temere che la natura riprendendo i suoi diritti, l'animale si abbandonasse alle sue immersioni abituali? La risposta è delicata, e però non osiamo assumerne la responsabilità. Checchè ne sia, il fatto ci è sembrato meritevole di ricordo. Aggiungiamo ancora, riguardo all'intelligenza della foca in discorso, che dopo aver trascinato il canotto, faceva risuonare le corde di una chitarra che le veniva collocata fra le pinne natatoie e ciò con grande meraviglia degli spettatori, fra i quali, lo ripetiamo, si trovava pure l'autore di questo libro.

I BATTELLI DOPPI.

Si è talvolta tentato di costruire dei battelli doppi, formati in qualche modo con due battelli riuniti con un ponte. Il *Gastalia* è il tentativo più importante che sia mai stato fatto in proposito. I lettori si ricorderanno che questo tentativo non è stato coronato da successo. Un costruttore americano si è recentemente impegnato ancora una volta nella via dei battelli doppi, fabbricando i canotti a vela rappresentati dall'incisione 281. Questi solcano attual-

mente con grande successo la superficie del lago Cayuga, nello Stato di Nuova York; sono formati di due metà riunite. Le vele di cui sono provvisti

Fig. 281. Nuovo battello doppio, agli Stati Uniti.

questi battelli obbediscono al vento colla facilità di una ventaruola. Il battello non può, a quanto pare, essere sommerso.

Il peso di uno di questi piccoli yacht di diporto

Fig. 282. Il più piccolo battello a vapore del mondo.

è di 1500 libbre e l'altezza d'acqua di cui ha bisogno per sostenersi a galla è di 6 pollici. Mercè le sue due chiglie, esso obbedisce al vento con molta maggior facilità di qualunque altro battello. Il yacht rappresentato nel mezzo dell'incisione è chiamato *Proa Ladronia,* in memoria dell'isola dei *Larrons.* Esso appartiene a Prentiss. Benchè non sia stato costruito specialmente per la rapidità della corsa, ha però vinto tutti i concorrenti nelle regate. Questo battello ha il merito di poter navigare senza correre alcun pericolo.

IL PIÙ PICCOLO BATTELLO A VAPORE DEL MONDO.

L'incisione di cui alla fig. 282 rappresenta il piccolo battello a vapore la *Nina,* costrutto a Fordham (Stato di Nuova York), per cura di Davidson, di questa città.

La chiglia misura 4 metri di lunghezza sopra $0^m,75$ di larghezza. L'immersione è di $0^m,16$ nel davanti quando il battello è carico, di $0^m,21$ nella parte posteriore. La caldaia circolare è di rame coperta di feltro; essa è lunga $0^m,54$, il suo diametro è di $0^m,46$. Il focolare ha $0^m,27$ di diametro. Esso è di forma cilindrica e contiene ventidue tubi tras-

versali in due file. I tubi inferiori costituiscono la griglia.

La corsa dello stantuffo è di 2 3/4. La pompa alimentatrice è mossa dal lavoro manuale. Le eliche, in numero di due, sono a tre ali di $0^m,37$ di diametro, atte egualmente a funzionare nelle acque basse e profonde. La spesa per il carbone è di un secchio e mezzo al giorno. Con una pressione di 50 libbre, il battello si avanza dolcemente in ragione di 7 chilometri all'ora; ma con una caldaia d'acciaio capace di sopportare una pressione di 100 litri, si ottiene una velocità di nove chilometri circa.

Il guscio del battello è stato costrutto sul modello del *Nautilo*, in noce d'America, quercia e cedro, rinforzato con lamine di rame. È una meraviglia di solidità e leggerezza.

Due spazi chiusi e ben stagnati mantengono col loro vuoto la nave a galla sia che si affondi o si capovolga. Un tubo di cautsciù, iniettato di vapore, fa immediatamente sparire ogni traccia d'acqua nell'interno della navicella. Il fumaiuolo è costruito in modo da potersi abbassare se si passa sotto un ponte alquanto basso o quando si mette il battello nel suo camerino.

Durante un tragitto di lunga durata, la riserva del combustibile, gli strumenti, le provvigioni sono riuniti in un piccolo battello chiuso, a tenuta d'acqua,

che è rimorchiato dietro o semplicemente attaccato ai lati, in modo da spegnere gli urti delle onde nei tempi grossi. Il battello trasporta egualmente, diviso in sezioni, un piccolo sistema di guide, sulle quali può essere tirato a riva o lanciato nell'acqua.

I pesi delle diverse parti della navicella sono i seguenti: carena, 90 libbre; caldaia, 80 libbre; macchina, 25 libbre; tubi, albero, elice, manometro, 20; totale 215. Quaranta libbre di buon carbone possono essere disposte da ogni parte della caldaia, in sacchi di tela.

L'apparecchio della timoniera consiste in una staffa collocata a basso bordo, ed in un sistema di corde che forma leva alla parte destra della nave. Dei fili di ferro mettono questo sistema in comunicazione col giogo del timone, in modo che si può dirigere col piede mentre le mani rimangono libere per manovrare la macchina. Il viaggiatore può in tal modo mettere il battello in moto, fermarlo, fargli eseguire un giro completo sul suo centro e dirigerlo senza allontanarsi dal suo posto.

Questo battello è ammirabilmente adattato alla navigazione sopra un fiume tranquillo, o sopra una baia calma. Esso può raccomandarsi all'amatore di meccanica che desiderasse compiere ad un tempo le veci di capitano, di marinaio e di fuochista. Questo gentile battello costa 6000 franchi, ma la somma potrebbe essere molto diminuita se l'inventore po-

tesse costruire in una sola volta un certo numero d'esemplari.

Sappiamo che *la Nina* ha camminato parecchie volte, e che questo battello minuscolo a vapore ha dato, riguardo all'andamento, i risultati più soddisfacenti.

I BATTELLI DA GHIACCIO.

Durante l'inverno gli amatori di canottaggio americani si costruiscono de' *yacht da ghiaccio (ice yacht)*, formati di un'intelaiatura montata sopra una traversa di legno, munita ad ognuna delle sue estremità di un pattino allungato; questi yacht sono inoltre provvisti di un terzo pattino nella parte posteriore, come mostra la qui unita figura. Questo genere di locomozione ebbe un successo immenso nel 1879, sui ghiacci dell' Hudson e su quelli dei piccoli laghi del Canadà. Gli Americani affermano che tali yacht, mercè una brezza abbastanza viva che soffi nelle loro vele, possono rivaleggiare in velocità con un treno diretto della ferrovia. La vela è collocata sul davanti dell'armatura di legno, e la sua orientazione, per opera del pilota, permette di dirigere questo veicolo di nuovo genere.

Il yacht che rappresentiamo nella parte anteriore della figura 283, è stato costrutto da Aaron Innes di Poughkeepsie (Stati Uniti); la chiglia ha circa 8 metri di lunghezza; l'albero maestro, 7 metri d'altezza. Le altre costruzioni sono fatte sullo stesso modello.

Esistono nel museo navale di South-Kensington, a Londra, alcuni modelli di yacht a pattini, finlandesi, muniti di due vele. Gli Americani si servono di una sola vela, ed affermano, — del che non ci facciamo garanti, — che il yacht a ghiaccio, una volta varato, si muove talvolta con una rapidità maggiore di quella del vento che lo spinge sulla superficie.

VETTURA TIRATA DA PULCI.

I lettori udirono certo parlare di taluni entomologi stranieri, dotti nell'arte difficile di ammaestrare delle pulci, per poi attaccarle a carrozze microscopiche e far loro eseguire una quantità di esercizi.

Si è generalmente increduli a questi racconti; ma son essi verissimi.

Nell'occasione delle feste di capo d'anno, un *ammaestratore di pulci* fece vedere, in via Vivienne, a Parigi, le meraviglie della sua industria.

Noi le abbiamo esaminate attentamente e le descriveremo qui colla più scrupolosa esattezza, convinti di non poter meglio terminare il capitolo che parlando di questo straordinario e minuscolo sistema di locomozione.

Fig. 283. Yacht da ghiaccio agli Stati Uniti, su un laghetto del Canadà.

Ogni oggetto mostrato è collocato in un piccolo sottocoppa, e si vede distintamente ad occhio nudo; ma armandosi di una lente, si possono osservare i dettagli più distintamente. Si vede prima una carrozza, vero capolavoro di costruzione delicata.

Quattro pulci vi sono attaccate, riunite alla stanga con cinture che le trattengono saldamente.

Una pulce è fissata sul sedile davanti, ed un filo sottile, imitando la frusta di questo cocchiere di nuovo genere, è attaccato alla zampina dell'insetto, che la fa muovere continuamente.

Un'altra pulce è fissata nel sedile di dietro. Le quattro pulci attaccate cercano naturalmente di fuggire; non potendo saltare, poichè sono trattenute nella parte superiore del corpo, ogni loro sforzo si risolve in cammino e perciò in progressione in avanti; esse fanno in tal modo girare la piccola carrozza più o meno presto, la quale si vede avanzare ed è rappresentata esattamente nella nostra incisione con un ingrandimento di alcuni diametri (fig. 284).

A lato della carrozza, due pulci si battono a duello precisamente come gli scarafaggi che gli scolari fissano sulla cera molle. Esse sono attaccate all'estremità di due asticelle verticali, e i due pezzettini di legno che si sono fissati alle loro zampine sempre in moto s'incrociano, si urtano come i fioretti degli amatori di scherma.

Più lontano un piccolo mulino a vento è messo in rotazione dalla forza di una pulce. Questa è attaccata col dosso nell'interno del mulino; agitando le zampine, fa girare un cilindro montato sopra un asse, che colla sua rotazione fa muovere le ali del mulino.

Un'altra pulce è attaccata per una zampa ad una catena metallica la quale termina con una pallottolina; essa si trova in tal modo condannata alla catena del forzato; e talvolta essa la solleva co' suoi salti, talvolta la trascina quando cammina.

La mostra non termina qui; l'ammaestratore di pulci vi presenta un pozzo, la cui corda è tirata

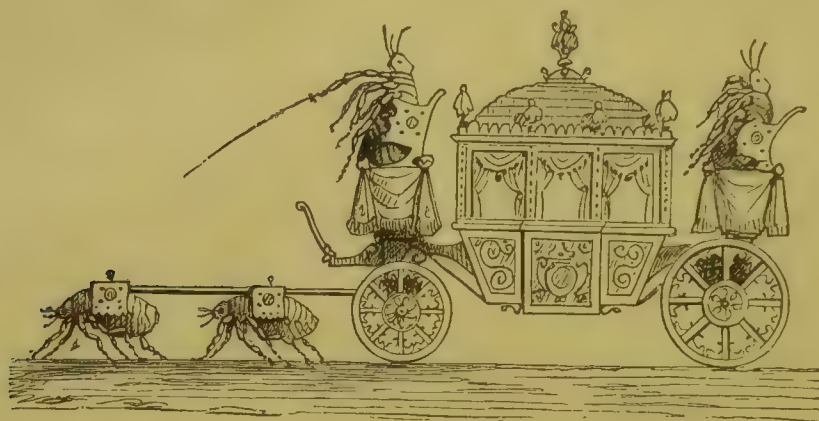



Fig. 284. Carrozza tirata dalle pulci (dal vero, ingrandito).

dall'attrito delle zampine di una pulce, e si vede un secchio che si solleva sotto la carrucola, nella cui gola passa la corda, come nei pozzi di campagna.

Una pulce è finalmente munita di una sella, e si distingue colla lente un fantoccino microscopico, formato di non so quale sostanza, e che imita la posizione di un cavallerizzo. Finalmente, la rappresentazione finisce con un colpo di cannone tirato da una pulce.

Rappresentiamo colla figura 285 l'apparecchio che serve a questa operazione concepita in modo molto ingegnoso. Una pulce è attaccata ad una piccola sbarra; camminando essa la fa girare. Il lato opposto dell'asticella sostiene un sottilissimo filo di platino il quale porta alla sua estremità inferiore

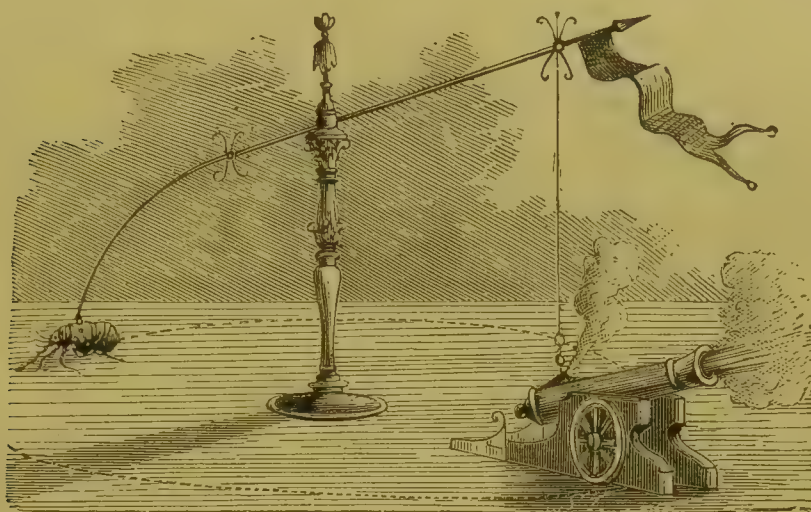



Fig. 285. Colpo di cannone tirato da una pulce (dal vero, ingrandito).

una gocciola d'acido solforico. Il liquido giunge sulla miccia del cannoncino, tocca la polvere collocata sul cannone, formata di una mescolanza di clorato di potassa e di zucchero polverizzato, che, come si sa, ha la proprietà di accendersi spontaneamente al contatto dell' acido solforico. Il colpo parte e fa sentire una detonazione abbastanza forte.

Come si vede, la mostra dell'ammaestratore di

pulci è degna d'essere citata come esempio di una abilità non comune, e di un uso singolare d'insetti che non hanno il privilegio di eccitare alcun interesse.

Si è potuto comprendere, dalla fattane descrizione, che tali pulci, contrariamente alle affermazioni dell'ingegnoso industriale che le mostra, non sono nè *ammaestrate* nè *dotte*, come esso dice, ma unicamente attaccate, e compiono i loro esercizii, a parer nostro, per gli sforzi che esse fanno onde sottrarsi alla schiavitù.

Capitolo X.

LE VACANZE.

Non crediamo poter terminare in modo migliore quest'opera se non indicando alcuni oggetti di occupazioni piacevoli, di distrazioni istruttive o di ricreazioni dilettevoli per bene occupare le ore d'ozio delle vacanze.

Cominceremo dal descrivere l'ingegnosissimo *scenografo*, o piccolo apparecchio fotografico tascabile.

Questo sistema è di maneggio così pratico, così facile, che, senza alcun studio preliminare, tutti possono trarne dei buoni risultati. Abbiamo avuto occasione di metterlo in pratica durante un viaggio abbastanza lungo, e ne ammirammo i risultati che poteva ottenere un operatore esercitato.

Il *scenografo*, come lo chiama l'inventore, il dottor Candèze, rassomiglia quasi, riguardo all'aspetto

esterno, ad un stereoscopio da sala; la camera oscura è in acaiù verniciato ed in seta. Essa presenta, a primo aspetto, l'apparenza di un giocattolo, ma costituisce per altro un istrumento molto serio chiamato a rendere utili servigi al viaggiatore ed anche agli esploratori di lontane contrade. Il piede che sostiene l'apparecchio, quando è in azione, è una canna da passeggio che contiene due tubi di rame, e forma un tripode tanto solido, quanto portatile; che sebbene, aggiungiamo, dia delle prove di dimensioni eguali a quelle di una fotografia per album, la disposizione è stata così bene combinata, che l'apparecchio intero può entrare in una tasca d'abito alquanto larga, mentre il suo peso è insignificante. È tanto facile a trasportarsi quanto un portafoglio.

La fotografia rende necessario generalmente uno stabilimento, un laboratorio, una camera oscura, ecc., essa esige delle manipolazioni chimiche soventi sgradevoli e che, per ben riuscire, richiedono una lunga pratica; perciò poche persone, all'infuori dei fotografi di professione, possono profittare delle risorse così attraenti della fotografia. I vetri destinati a fornire i *clichés*, nel nuovo apparecchio, sono venduti collodionati e pronti per ricevere l'impressione dell'immagine.

L'operatore non ha bisogno di far uso nè di nitrato d'argento che macchia le dita, nè di adope-

rare dei liquidi che offrono certi inconvenienti, come la soluzione di cianuro di potassio, ecc.; basta che egli collochi il vetro entro un apposito telaio che si colloca nell'apparecchio una volta montato, e lo esponga davanti all'oggetto che si desidera fotografare. Per sviluppare l'immagine la sera, alla luce di una candela, si versano in un tondo alcune goccie d'ammoniaca, si alita sul vetro in modo da rammollire alquanto lo strato di collodio e si presenta sopra l'ammoniaca; vedesi allora immediatamente, sotto l'influenza dei vapori ammoniacali, comparire la fotografia.

Dopo questo primo sviluppo, il vetro può essere conservato indefinitamente; al ritorno dal viaggio si potrà far operare lo sviluppo definitivo da un fotografo che eseguirà pure la tiratura sulla carta, coi processi ordinari.

Si vede che coll'apparecchio rappresentato dalla fig. 286, la fotografia può ridursi, pel dilettante, a prendere l'immagine senza altri ingredienti all'infuori dell'ammoniaca per lo sviluppo preliminare; il bagaglio del viaggiatore è ridotto ad un istrumento che pesa circa 500 grammi ed ai vetri sottili che si portano seco.

I giovani amici delle scienze, abili ed esercitati nelle costruzioni delicate, possono provare di costruirsi da sè stessi degli apparecchi più o meno complicati e imitare le costruzioni dei fisici. Nulla, per esempio, si oppone alla costruzione di un si-

stema destinato a raccogliere dei segnali acustici e dei suoni lontani come quello rappresentato dalla

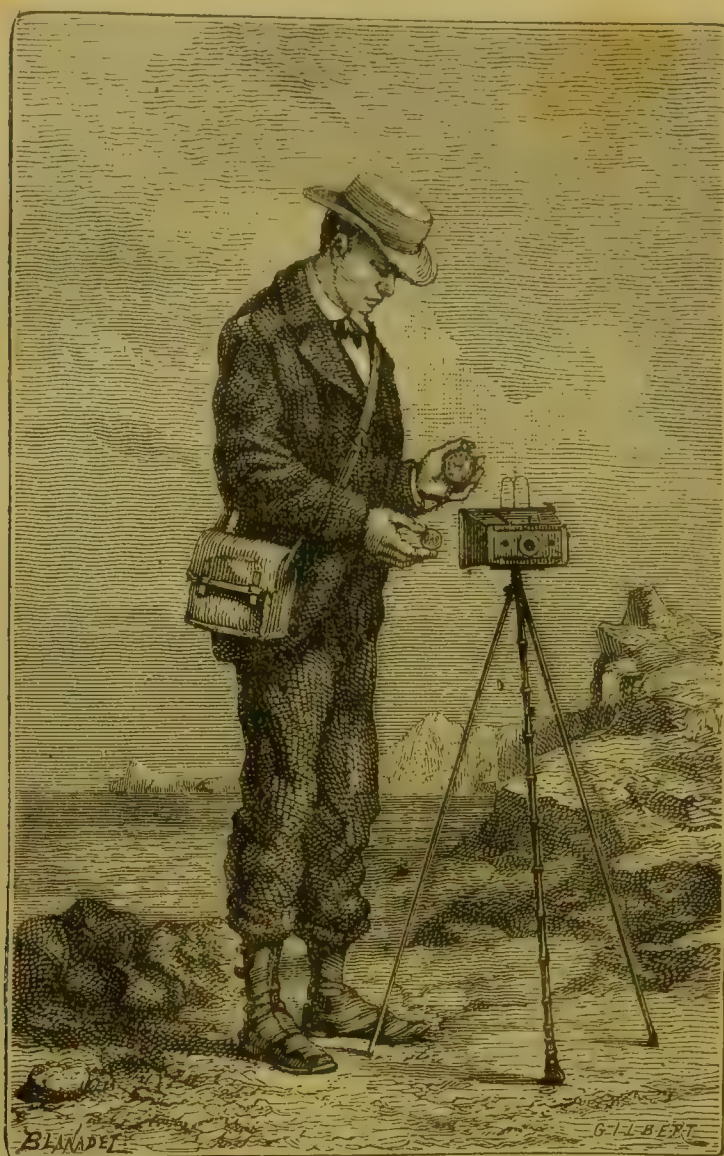



Fig. 286. Apparecchio fotografico tascabile.

figura 287. Questo apparecchio è un perfezionamento del cornetto acustico, il quale deriva esso pure dal portavoce.

Il portavoce, che da circa due secoli è stato utilizzato per trasmettere dei suoni ad una grande distanza, è molto usato in mare ed anche sulla terra per far sentire dei suoni distinti dominanti qua-

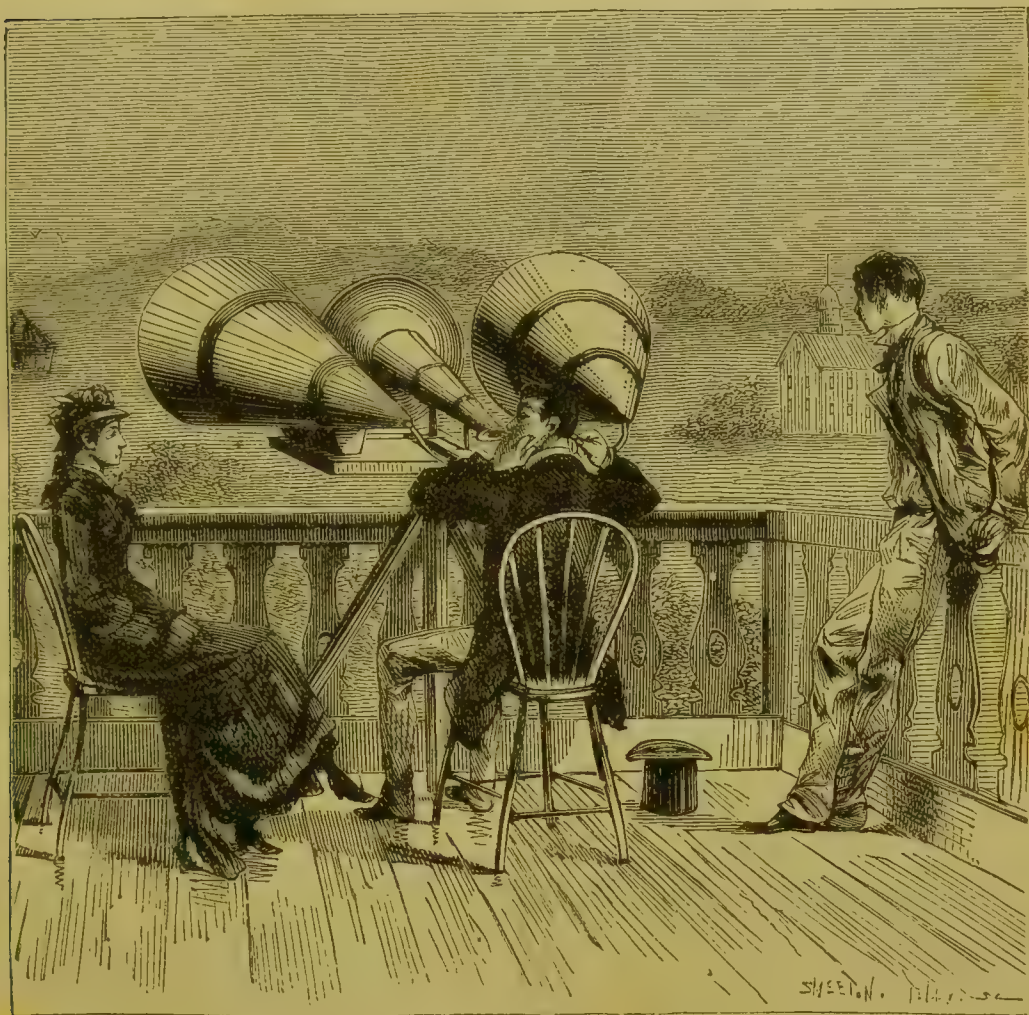



Fig. 287. Il megafono di Edison.

lunque altro rumore. È quasi certo che è di origine moderna e che se ne deve l'invenzione a Samuele Marcland nell'anno 1670.

Kircher, nella sua *Ars magna et umbra* e nella

sua *Phonurgia*, cita una specie di portavoce, costruito in dimensioni gigantesche e conosciuto sotto il nome di corno d'Alessandro. Secondo Kircher, questo strumento permetteva ad Alessandro il Grande di chiamare i suoi soldati alla distanza di dieci miglia. Il diametro del circolo era di 8 piedi, e Kircher dice che l'istrumento era montato sopra tre travi.

Nell'ultimo secolo, un professore tedesco, di nome Huth, fece un modello del corno e trovò ch'esso era un potente portavoce; ma dubitiamo che i suoni, passando per quell'istromento, potessero trasmettersi a distanze realmente considerevoli.

Il corno acustico, che è l'opposto del portavoce, si fabbricò sotto diverse forme ne' due ultimi secoli; ma nessuna delle forme oggi esistenti si allontana dalla forma d'un tubo semplicemente conico dilatato ed avente un orificio eguale a quello di una campana.

Il professore Edison, nelle sue ricerche sul suono, ha fatto degli esperimenti numerosi ed interessanti; uno dei più curiosi consiste nel fatto di una conversazione scambiata ad un miglio e mezzo o due miglia (2 o 3 chilometri) di distanza senz'altro apparecchio che un piccolo numero di cornetti in cartone. Questi cornetti costituiscono il megafono, istrumento singolare per la sua semplicità e per gli effetti che produce.

La nostra incisione rappresenta l'istrumento quale è disposto sul balcone del laboratorio del professore Edison (fig. 287). Ad un miglio e mezzo (più di 2400 metri) di distanza, nel luogo indicato dai due uccelli nel disegno, trovasi un istrumento perfettamente eguale a quello rappresentato nella parte anteriore della figura.

Dopo le ricreazioni acustiche passeremo a quelle che hanno affinità colla musica; descriveremo un sistema ingegnoso che sostituisce vantaggiosamente l'organetto.

Finora gli organetti di Barbaria, gli organetti per insegnare agli uccelli, i pianoforti automatici Lacappe e Thibouvielle costituivano i soli mezzi più o meno pratici di porre la musica alla portata di tutte le intelligenze e di sostituire il talento degli artisti per mezzo del moto di una manovella più o meno bene eseguito. Il *pianista* è la meraviglia del genere, ma ha l'inconveniente di costare un prezzo piuttosto elevato, sia come prima compera, sia come provvista dei cartoni intagliati che servono all'esecuzione dei pezzi.

Un valtzer ordinario misura dai 6 agli 8 metri e costa dai 18 ai 24 franchi. A questo prezzo una biblioteca musicale un po' seria rappresenterebbe un patrimonio.

Gli Americani, volendo popolarizzare la musica, hanno immaginato l'*autofono*, il quale non è altro

che un organetto meccanico automatico diffuso dall'*Autophone Company of Ithaca N. Y.* Sempre pratici, gli Americani.

Il principio dell'istrumento rappresentato nella fig. 288 e 289 è semplicissimo. Un telaio verticale porta da una parte un mantice, e dall'altra una camera d'aria flessibile che serve di serbatoio.

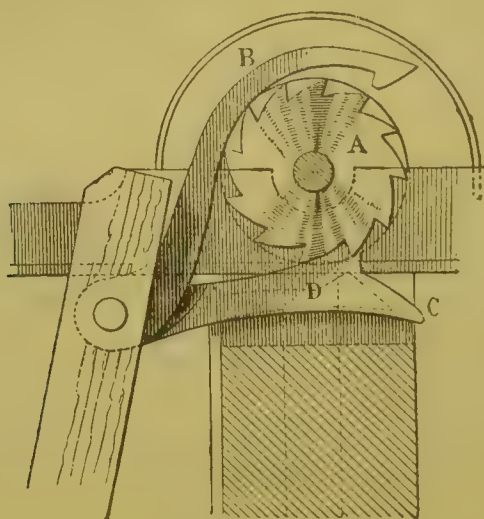



Fig. 288. Movimento di trazione per la carta dell'autofono.

La parte superiore porta un congegno di linguette, come la tavoletta di un organetto. Ma la fuga dell'aria attraverso le piccole laminette vibranti non può effettuarsi se non dalla parte superiore del telaio sul quale striscia un foglio di cartone forato e convenevolmente spaziato, messo in moto dal meccanismo rappresentato dalla fig. 288. Questa figura rappresenta un asse munito di una serie di

ruote che appoggiano sul foglio di bristol e determinano il moto di questo foglio per strisciamento. È il mantice che fa girare l'asse per mezzo di due nottolini B e C che agiscono sopra una ruota dentata fissata sul suo asse.

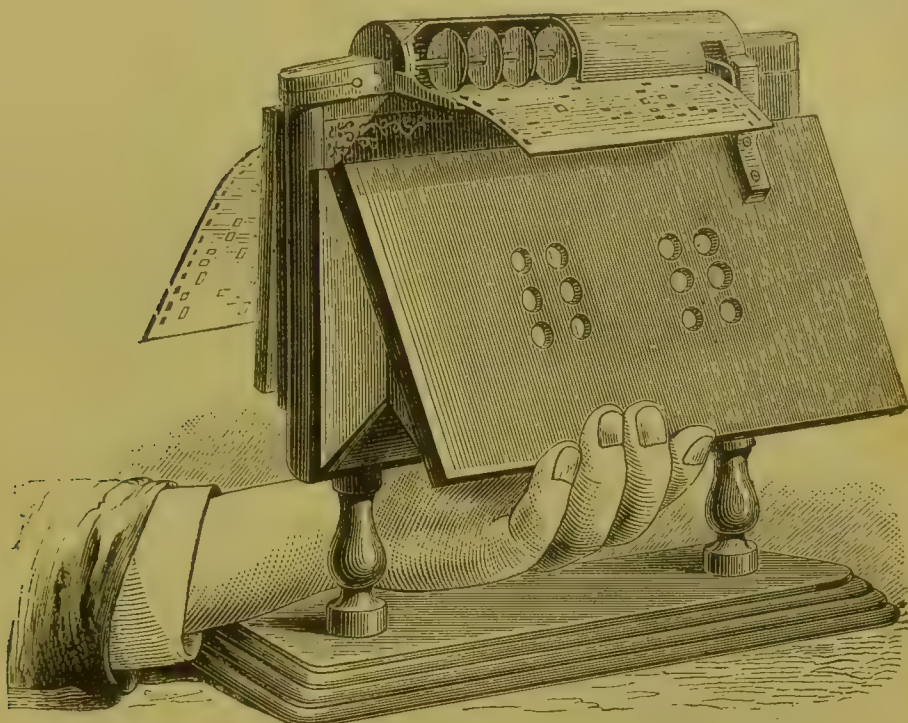



Fig. 289. Autofono ed organetto meccanico.

Il nottolino B trasporta sempre la carta allorchè il mantice è compresso, ed il nottolino C allorchè il mantice è ribassato, ma un contra-nottolino D, rappresentato con una linea punteggiata sulle figure, è disposto in modo che l'andamento della carta non può effettuarsi se non quando il dente di questo nottolino D si trova in presenza di un

foro praticato nel cartone; nel caso contrario, non evvi movimento del cartone durante la dilatazione del mantice. Questa disposizione molto ingegnosa ha per iscopo di dare alla striscia di cartone un andamento irregolare, ma di economizzare molto la sua lunghezza nel caso di *note tenute*. Tutto il maneggio dell'istrumento si riduce dunque a mettere in moto il mantice convenientemente. L'effetto artistico lascia alquanto a desiderare, ma l'istrumento è semplice, poco costoso, poco voluminoso, ed i fogli di cartoncino sui quali sono intagliati i pezzi potranno fabbricarsi con mezzi meccanici e quindi a buon prezzo.

Si può dunque prevedere, fra qualche anno, una rivoluzione nella musica. Gli organetti di Barbaria verranno sacrificati all'attualità. Il leggendario " *O mio Fernando, tutti i beni della terra,* „ ripetuto da parecchie generazioni successive, farà posto all'aria della vigilia, all'ultimo successo della canzone in voga.

Se il nuovo istrumento americano giunge ad uccidere l'organetto di Barbaria, tutti applaudiranno al suo successo. Noi lo desideriamo vivamente da parte nostra.

Esiste pure un grande numero d'apparecchi di altro genere di cui l'uso può essere piacevole e spesso utile nel medesimo tempo; tale è il filtro-carbone combinato ad un sistema di sifone. La

figura 290 ne presenta l'assieme. Se vi trovate in campagna, nel momento che le pioggie hanno intorbidito la limpidità dell'acqua della sorgente o del pozzo di cui si fa uso, basterà far succhiare il si-

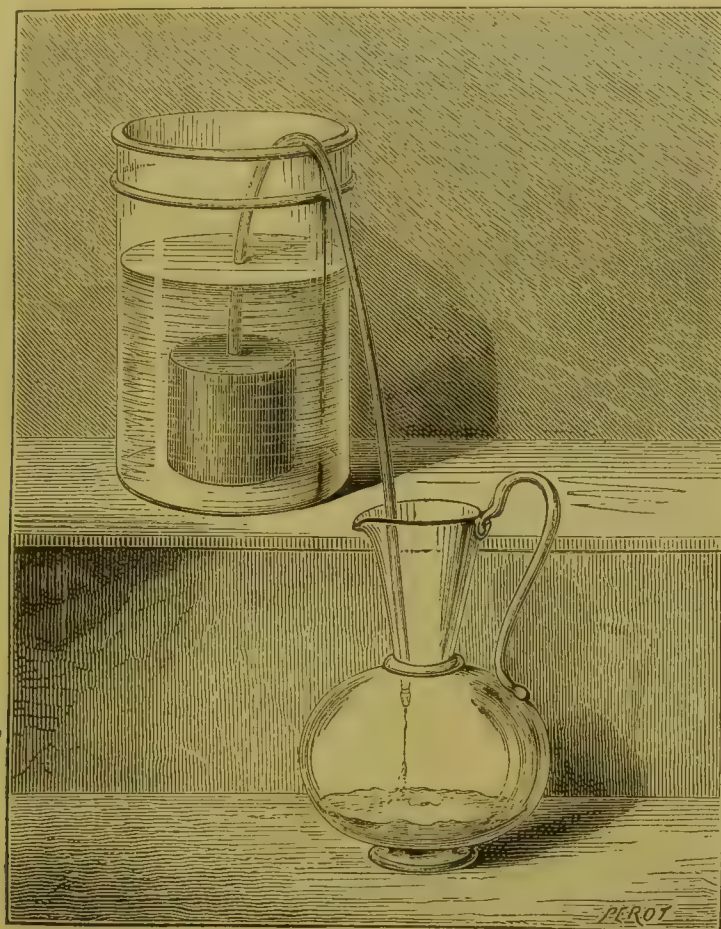



Fig. 290. Filtro sifone a carbone.

fone del filtro-carbone immergendo questo nell'acqua che si tratta di rendere limpida. Lo scolo si farà dal sifone; ma l'acqua torbida dovrà passare per la piccola massa di carbone attraverso la quale essa si farà largo per giungere all'apertura del tubo

e si sbarazzerà in seguito a questa filtrazione di tutte le sostanze solide che ne alteravano la trasparenza.

Se si dispone di prese d'acqua che abbiano una

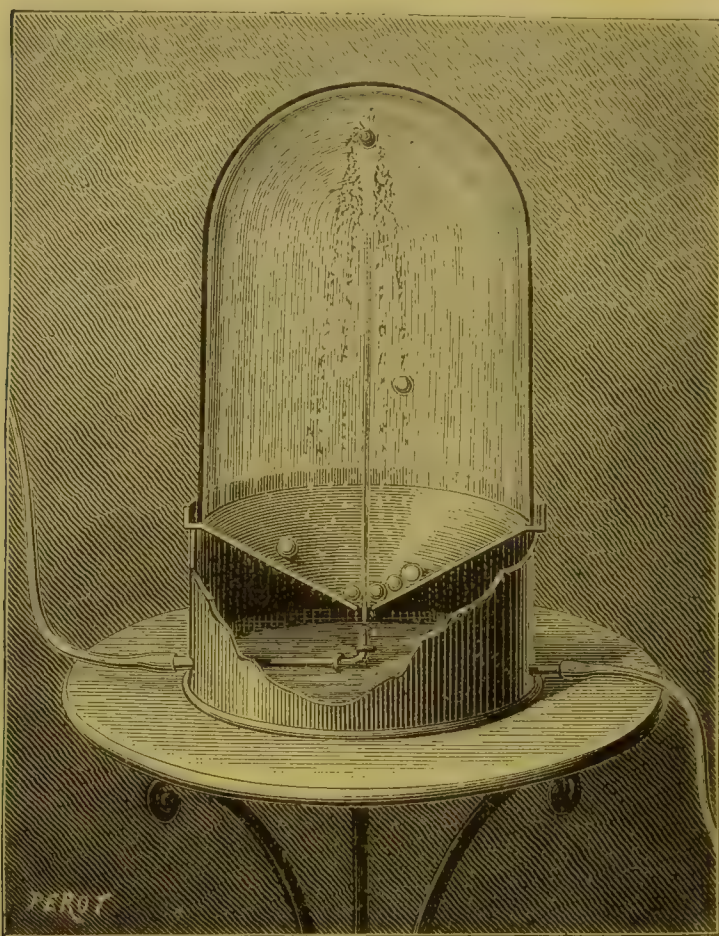



Fig. 291. Pallottoline di sughero in uno zampillo d'acqua.

certa pressione, come nella maggior parte delle grendi città, un genere di passatempo molto istruttivo consiste nella confezione dei getti d'acqua. Quello che rappresentiamo (fig. 291) è di una specie particolare. Esso si produce sotto una grande cam-

pana di vetro, e innalza costantemente delle palline sferiche di sughero che fa saltellare sollevandole con forza. Si fa giungere l'estremità di un tubo di latta fino all'apertura di un imbuto dello stesso metallo; è dall'estremità di questo tubo che l'acqua deve scaturire; se l'apertura dell'imbuto è piccola e se vi si son messe entro alcune palline di sughero, queste palline strisciando sulle pareti inclinate dell'imbuto, saranno costantemente sollevate dal getto d'acqua. La campana di vetro che protegge il sistema impedisce loro di cadere al di fuori. Quando esse lasciano il getto d'acqua, ricadono sulla superficie dell'imbuto e sono forzatamente riprese dal liquido e sollevate nuovamente.

Questo piccolo apparecchio, che agisce regolarmente, è facile a costruirsi od a far costruire da un lattonaio.

I nostri padri molto più di noi si compiacevano delle ricreazioni scientifiche; certi oggetti antichissimi ce ne fanno fede. Il *vaso ingannatore*, molto diffuso nel secolo decimottavo e in tempi anteriori, è basato sopra un principio fisico usato nelle *pipette* da laboratorio. Questi vasi di terra (fig. 292) erano costruiti in modo che, se si voleva versare il vino ch'essi contenevano, il liquido usciva dalle aperture praticate attorno al vaso e si versava al difuori. Chi sapeva far uso di questo vaso, met-

teva il becco A (fig. 293) in bocca, chiudeva col dito l'apertura B, ed aspirando faceva salire il li-

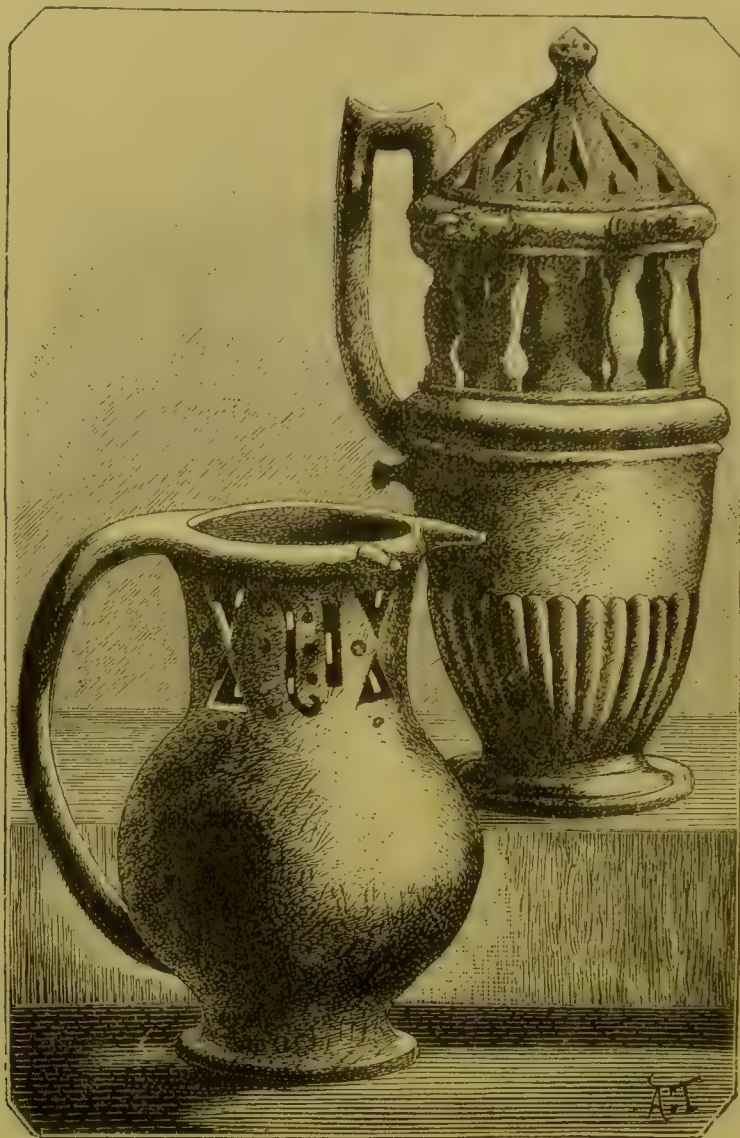



Fig. 292. Vasi ingannatori del XVIII secolo.

quido E dal manico vuoto e dal canale praticato attorno al vaso.

Questi vasi ingannatori avevano sovente una forma elegante; ne esistono alcuni nelle nostre colle-

zioni nazionali. Quelli che rappresentiamo si trovano al museo della Manifattura di Sèvres. Se ne fabbricano attualmente dei modelli che imitano gli antichi.

Un distinto scienziato del decimosettimo secolo, Ozanam, membro dell'Accademia reale delle scienze,

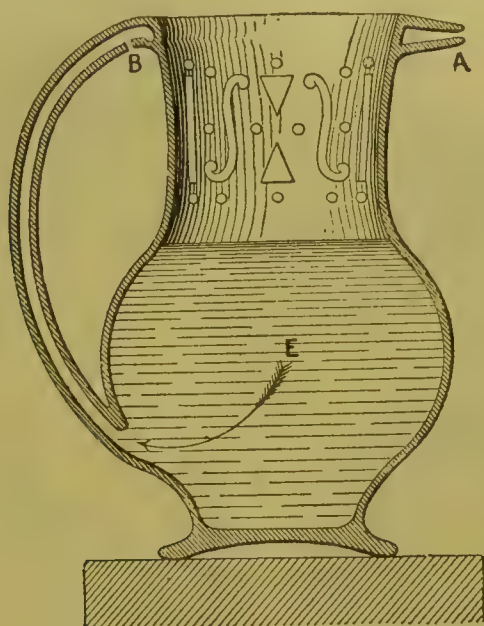



Fig. 293. Sezione d'un vaso ingannatore.

diede nel 1693 la descrizione di una curiosa vettura meccanica che può essere considerata come uno dei sistemi precursori del velocipede. Riproduciamo le incisioni ed il testo pubblicato da Ozanam, il suo sistema è ancora uno di quelli che si possono eseguire abbastanza facilmente (fig. 294 e 295).

" Si vede a Parigi, da alcuni anni, dice il dotto accademico (queste linee sono state scritte nel 1693),

una carrozza o sedia che ha la forma quasi comparabile a quella della figura 294. Un servitore,

Fig. 294. Antica vettura meccanica, presa da Ozanam.

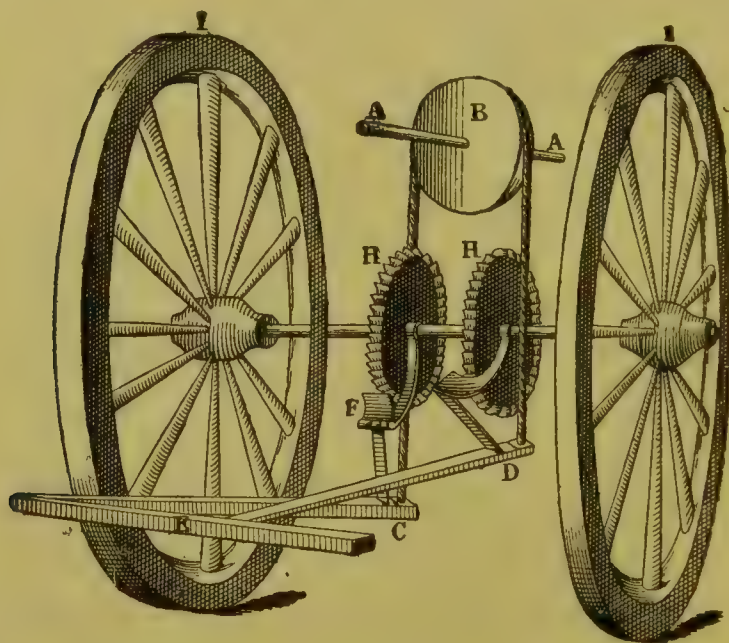



Fig. 295. Dettaglio del meccanismo (copia di un'antica incisione).

collocato a tergo, la fa camminare, appoggiando alternativamente i piedi sopra due pezzi di legno (figura 295), che comunicano con due ruote na-

scoste in una cassa collocata fra le ruote posteriori A, B, riunite all'asse della carrozza.

" Ne darò la spiegazione colle stesse parole ricevute da Richard, medico della Rochelle.

" AA è un cilindro unito colle due estremità alla cassa che trovasi a tergo della sedia. B è una puleggia sulla quale si avvolge la corda che lega le estremità delle tavolette C, D, sulle quali i servitori mettono i piedi. E è un pezzo di legno unito alla cassa. F, F sono i pedali. Le ruote H, H fissate all'asse, essendo così poste in rotazione, fanno girare le due grandi ruote I, I.

" È facile immaginare che le due ruote posteriori, inoltrandosi, obbligheranno le piccole anteriori pure a inoltrarsi, le quali andranno sempre dritte se la persona che è nella sedia non le fa girare colle redini che sono attaccate ad una freccia sul davanti. "

Lo stesso Ozanam, come abbiamo detto nell'introduzione, scrisse un libro col titolo le *Ricreazioni matematiche e fisiche* e non si peritò di pubblicare dei veri giuochi da bambini, dei quali qui riproduciamo alcuni relativi ai divertimenti combinati di corde e nodi.

Se riunite due persone coi pugni, per mezzo di due cordicelle in modo che queste corde si accavalchini in B (fig. 296), sembrerà a prima vista che le due persone non potranno separarsi senza scio-

gliere i nodi. Nulla di più semplice al contrario. Basta far strisciare la corda B, fra la corda ed il pugno della persona di sinistra, che passa essa stessa attraverso l'apertura così formata e giunge facilmente a separarsi.

Ecco un altro esperimento d'Ozanam:

Si prende una fettuccia riunita colle sue estremità in modo che non abbia capi; si avvolge poscia

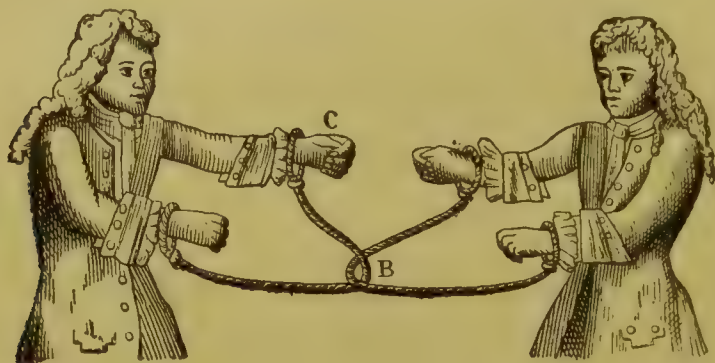



Fig. 296. Esperimento dilettevole fatto per mezzo di cordicelle, preso da Ozanam (copia di un'incisione antica).

attorno ad un cilindro di legno collocandola in A, B, C, D (fig. 297), si dispone come in E all'estremità del bastone.

Ciò fatto, si prega uno degli spettatori di tenere le due estremità del bastone, si ordina ad un'altra persona di tirare la fettuccia in F; questa resterà fissa al bastone con E.

Si può ripetere questo esperimento in modo da far uscire la fettuccia procedendo apparentemente nello stesso modo; bisogna collocare la fettuccia

sul bastone come la rappresenta la figura in G, e si può in questo caso farla uscire [1].

Se si fissano delle forbici ad una fettuccia, come mostra la figura 298, e si facciano tenere le due estremità della fettuccia nelle mani di uno spettatore, sembra che le forbici non possano essere separate senza tagliare la fettuccia. Al contrario nulla evvi di più facile; basta far passare il cappio D nell'anello C, poi seguire, lungo le forbici, la loro

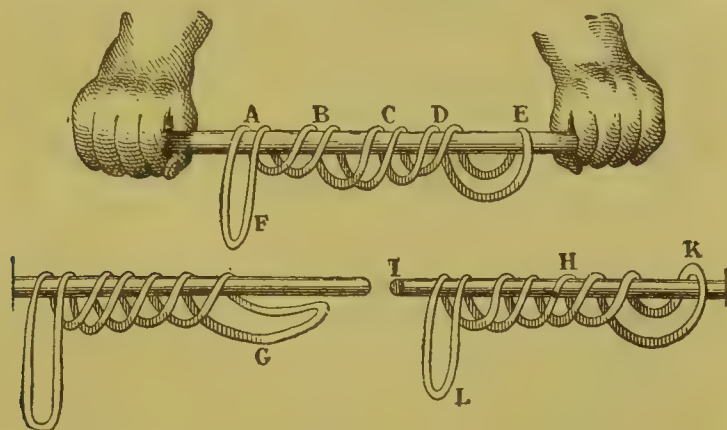



Fig. 297. Altro esperimento fatto con una fettuccia.

estremità, fino a tanto che le forbici si separano dalla fettuccia. Quest'esperimento si eseguisce facilmente dopo alcuni tentativi preliminari. Invece di far tenere le estremità della fettuccia, si possono attaccare solidamente alla gamba d'un tavolo o ad una sedia.

[1]) Questo esperimento è minutamente spiegato nell'opera di Ozanam, alla quale rimandiamo il lettore ed ove troverà qualche altra ricreazione dello stesso genere.

Un gentilissimo giocattolo, che è nello stesso tempo un apparecchio interessante di fisica, consiste nel diavolo di Cartesio. Si puo fare uno di questi giocattoli per mezzo di un semplice guscio di noce. Quando la noce è vuota, si riuniscono le due parti e si attaccano insieme per mezzo di ceralacca, in modo da fare un piccolo recipiente impermeabile. Vi si lascia una apertura in O (fig. 299, pag. 569), grande presso a poco come una grossa

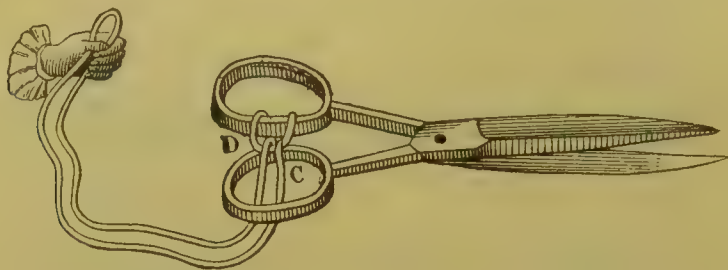



Fig. 298. Terzo esperimento fatto con una fettuccia ed un paio di forbici.

testa di spillo. Per mezzo di due fili, adattati nella ceralacca, si unise alla noce un fantoccino di legno. Vi si sospende una piccola palla di piombo, di un peso sufficiente perchè il sistema galleggi alla superficie dell'acqua, e sia equilibrato in modo che il più piccolo aumento di peso faccia colare a fondo il sistema. Questo equilibrio si stabilisce facilmente per prove alla superficie di un secchio d'acqua. La palla di piombo può essere dapprima più pesante di quello che è necessario e le si levano successivamente dei pezzetti che si tagliano con un col-

tello. Ottenuto l'equilibrio, si colloca il sistema in una caraffa piena d'acqua. Si tura questa caraffa con un foglio di gomma elastica solidamente legata al collo. Se si preme con un dito la superficie fles-

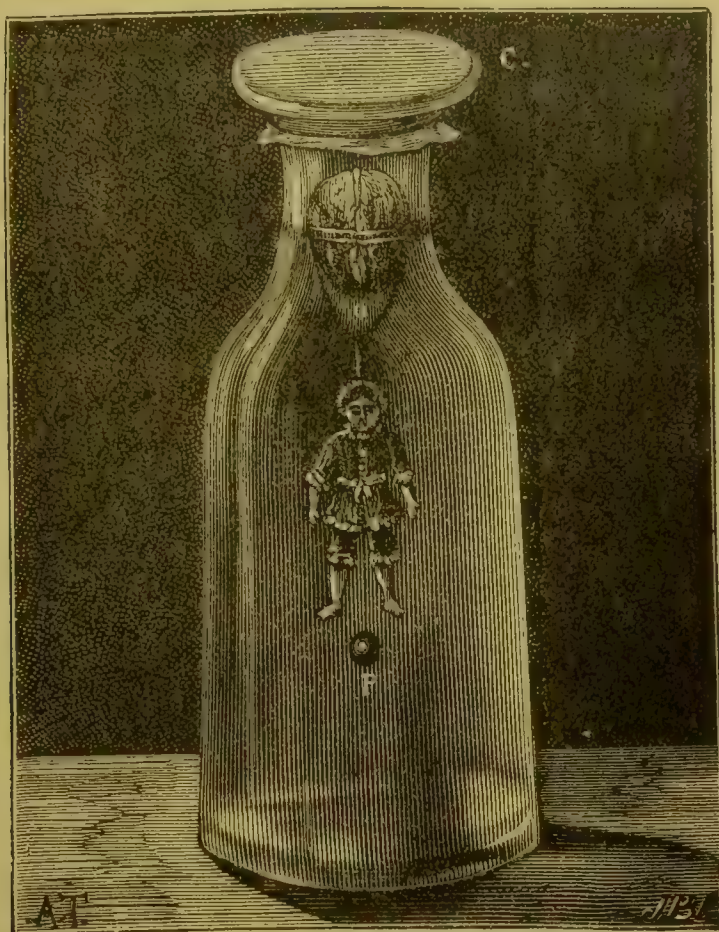



Fig. 299. Il diavolo nell'ampolla, costruito mercè un guscio di noce.

sibile di questa chiusura, il fantoccio col suo galleggiante scende al fondo della bottiglia, e risale alla superficie appena cessa la pressione. La piccola massa d'aria compressa alla parte superiore

della caraffa ha fatto entrare un poco d'acqua nel galleggiante vuoto, ed aumentandone la sua densità, ha determinato la discesa del sistema.

Ecco un'altra ricreazione che esige un apparecchio ancora più semplice del diavolo di Cartesio.

Si prende un turacciolo di sughero; vi si fissano tre spilli da testa in modo da fare un piccolo tripode; si affonda nell'asse del turacciolo un ago da calza alquanto sottile, e vi si sospende sulla punta un foglio di carta A B tagliato, come mostra la figura 300.

Si hanno in tal modo due superficie di carta A e B, suscettibili di girare al menomo soffio attorno al ferro da calza che fa ufficio di asse. Ebbene, se si ventila una di queste faccie per mezzo di un pezzo di cartone rigido, o con un legno piatto, diretto normalmente alla superficie, si vede che la superficie in tal modo ventilata, invece di essere respinta come si crederebbe, è richiamata da una forza attrattiva. In certi casi, quando si fa uso di una superficie flessibile come ventilatore, succede una ripulsione. Abbiamo eseguito questo esperimento veramente curioso, in presenza di alcuni fisici, senza poterlo a primo aspetto spiegare; ma abbiamo finito per riconoscere che il disco di carta è attirato, perchè il pezzo di cartone, nell'agire come ventilatore, abbassandosi rapidamente, determina momentaneamente un vuoto, e che la

superficie della carta sembra così attirata verso la mano che fa agire il ventilatore.

L'utilità dell'esercizio della ginnastica per la tenera età è incontestabile; insistere su questo punto

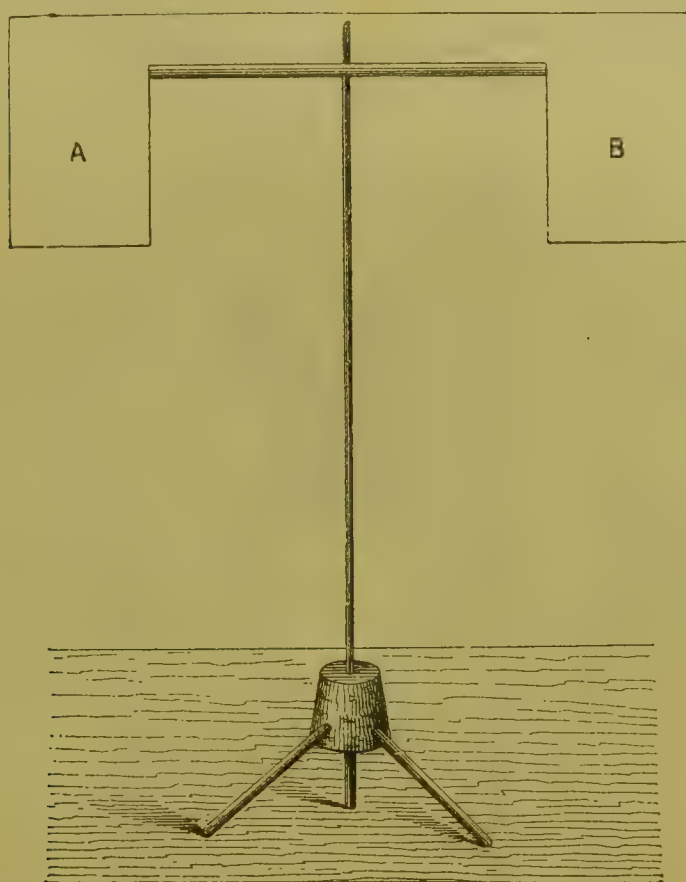



Fig. 300. Disposizione di un foglio di carta AB per un curioso esperimento di rotazione.

sarebbe davvero cosa vana. Ma in pratica questo esercizio offre grandi difficoltà, sopratutto per gli abitanti delle città. Come impiantare nella propria casa un trapezio, degli anelli, un'altalena? Non è forse indispensabile fissare dei sostegni di ferro al

soffitto, il che non si può negli appartamenti moderni senza lavori difficili da eseguire, ovvero trovare nei muri dei punti d'appoggio che possono causare

Fig. 301. Il trapezio.

dei guasti? Un abile americano risolse il problema in modo molto ingegnoso. Esso trovò il modo di sospendere solidamente un trapezio (figura 301), un'al-

Fig. 302. Il giuoco delle ombre.

talena (figura 3o3, fra le pareti di una porta, e ciò senza chiodi, nè ferri, nè scalfire in nessun modo il legno che gli serve di sostegno. Immaginate un si-

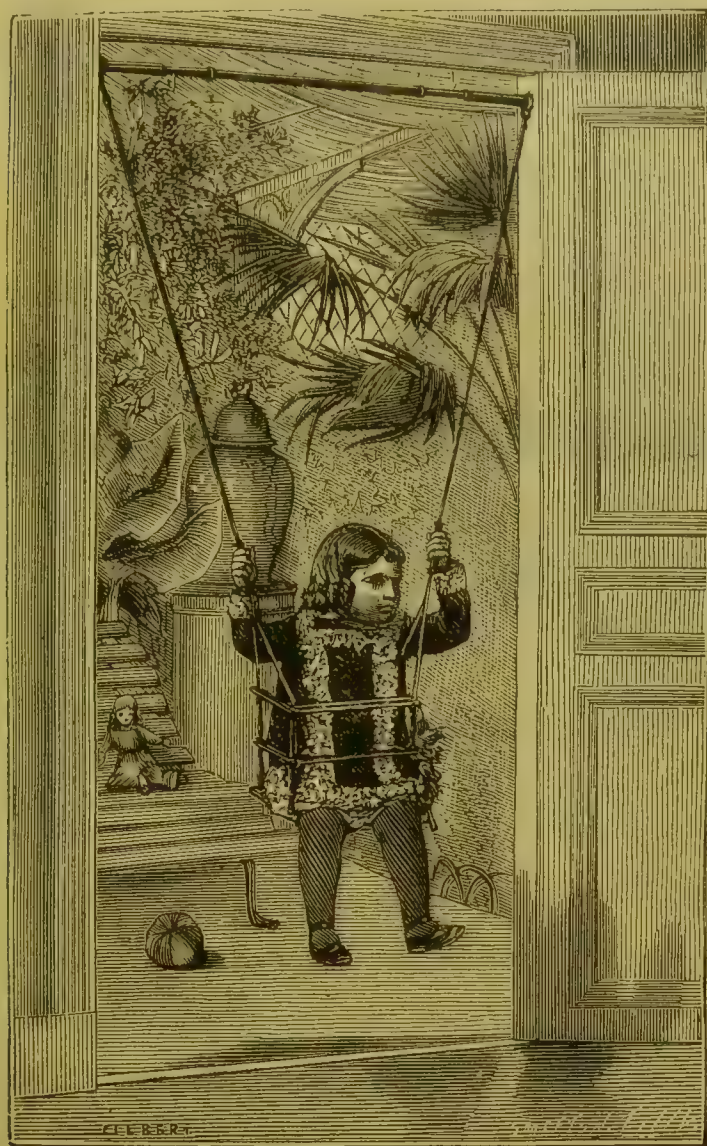



Fig. 3o3. L'altalena.

stema di sospensione rappresentato dalla figura 3o3, il quale consiste in una sbarra di legno terminata alle due estremità da passi di vite che possono penetrare

più o meno entro pezzi di legno all'estremità dei quali trovansi fissati dei dischi di cautsciù C e C′. Si colloca questo sistema fra le due pareti di una porta aperta in modo che i dischi di cautsciù siano in contatto colle pareti. Ciò fatto, si gira vigorosamente la sbarra centrale B, nel senso indicato dalla freccia; l'azione della vite allontana i pezzi di legno, i quali schiacciando i dischi di cautsciù, fissano il sostegno con una solidità meravigliosa. Le corde del tra-

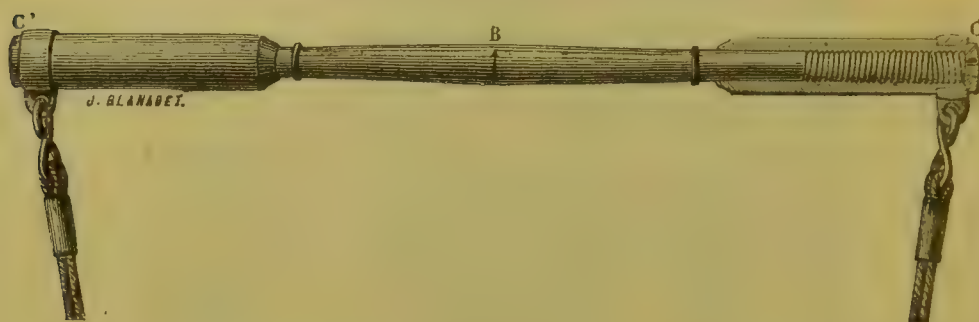



Fig. 304. Sistema di sospensione di un trapezio per appartamento.

pezio o dell'altalena s'adattano a ciascuna estremità del sostegno orizzontale per mezzo di nodi, come mostra la figura 304. Come prova della solidità del sistema si può collocare impunemente un peso di 100 chilogrammi all'estremità di queste due corde; un fanciullo od un giovinetto possono dunque darsi, senza il menomo danno, agli esercizi ginnastici anche i più violenti.

Fra i giuochi dilettevoli per l'infanzia, ricorderemo un modo di ricreazione che ottenne una volta

un grande successo. Esso consiste nel fare una carta intagliata in modo che l'ombra proiettata rappresenti una figura più o meno modellata secondo che l'ombra è più o meno intensa. Ne pubblichiamo qui appresso un saggio. La figura 305 rappresenta una carta intagliata colle forbici; se s' interpone questa carta fra una sorgente luminosa ed un muro

Fig. 305. Carta intagliata colle forbici.

Fig. 306. Ombra proiettata da questa carta.

Fig. 307. Secondo effetto prodotto dalla penombra.

od un riparo qualunque, si ottiene l' effetto della figura 306 se la carta è vicinissima al muro. Se si allontana a poco a poco avvicinandola alla sorgente luminosa, si ottiene l' effetto rappresentato dalla figura 307, ove la penombra ha modellato una testa di un aspetto veramente artistico.

Chi non vuole darsi la pena d' intagliare delle carte, può fare delle ombre colle mani. L' incisione 302 insegna ad ottenere in tal modo il pro-

filo di un negro, di una guardia campestre, di un coniglio. Ciò spiegasi abbastanza chiaramente da sè senza bisogno di minute descrizioni che diventerebbero certamente troppo futili.

La collana di nocciole. — Esaminando una noc-

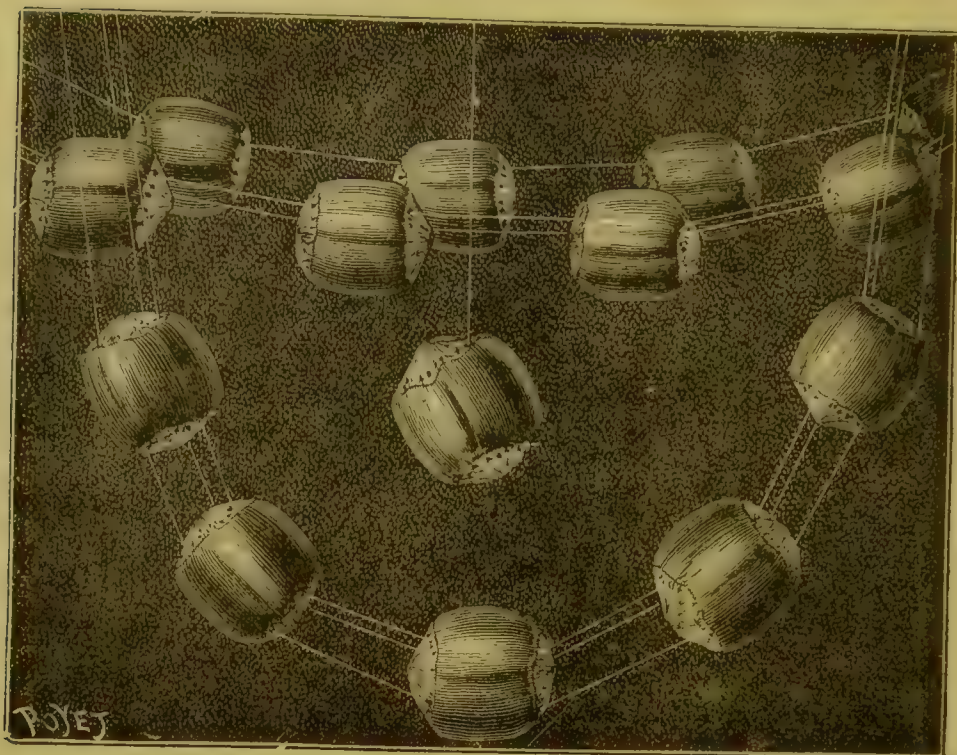



Fig. 308. Collana di nocciole attraversata da capelli.

ciola si distinguono, coll'occhio o con una lente, delle irregolarità che si trovano alla sua superficie e che offrono l'aspetto di piccole cavità.

In molte non sono cavità ma fori che corrispondono a piccole escavazioni, che attraversano la nocciuola a mo' di piccole gallerie.

Raspando leggermente con un temperino voi sco-

prirete l'entrata del piccolo *tunnel* e diventa così possibile d'introdurvi per la sua radice un capello che si vedrà uscire dall'altra parte.

Attraversare una nocciola con un capello, ed anche con parecchi capelli, è un problema che volentieri avremmo detto chimerico se non l'avessimo veduto abilmente risolto coi nostri occhi.

Con della buona pazienza e con dell'abilità si possono fare così con dei capelli di donna delle collane simili a quella rappresentata nella figura 308.

Questo modo singolare di fare delle collane dimostra che le nocciole sono attraversate da un gran numero di canali. Non sappiamo se i botanici conoscono questo fatto.

La scimmia acrobata. — Fra i giocattoli più divertenti che sono stati inventati in questi ultimi tempi non deve essere dimenticata la scimmia che si arrampica su per una cordicella.

L'inventore anonimo ed ingegnoso di questo piccolo automa imitò in modo semplice i movimenti di un uomo che si arrampichi ad una corda.

Non avevamo veduto ancora un fantoccio arrampicarsi senza essere collegato in modo più o meno visibile ad una forza estranea. In questo caso invece il piccolo fantoccio, uomo o scimmia, è perfettamente indipendente; il trastullo è fatto di una cordicella e del burattino.

Basta attaccare la corda ad un punto fisso o

tenerla colla mano sinistra e poi esercitare delle trazioni successive alla parte inferiore di questa corda per produrre subito l'ascesa.

Malgrado la complicatezza dei movimenti il sistema è abbastanza semplice, giacchè ha una sola articolazione in D. Una specie di piazzetta V in cui entra in certi momenti, la corda simula la presa colle mani.

Il movimento di richiamo (flessione) delle gambe verso il corpo è ottenuto col mezzo di un nastrino di cautsciù R (n.° 2) fissato da una parte al petto e dall'altra alle coscie.

È facile adunque spiegare il meccanismo che produce l'ascesa. Supponiamo che la corda sia fissata e che il fantoccio si trovi in basso.

Decomponiamo i movimenti in tre fasi:

1.ª *fase.* — Il fantoccio è ripiegato su di sè stesso, come è rappresentato nel n.° 1, colle gambe sollevate verso il corpo per effetto della gomma elastica. Esercitando una trazione sulla corda le gambe troveranno punto d'appoggio in A ed in B per effetto di questa trazione. Alla fine di questo movimento il fantoccio assumerà la posizione rappresentata al n.° 2 il corpo essendosi avvicinato alla corda, che non può abbandonare per causa della caviglia C che gli permette solamente di scorrere lungo la corda. Questo è il movimento fatto sulle gambe di un uomo che si arrampichi. La forcella V viene ad attaccarsi alla

corda alla fine, imitando il movimento di presa della corda colle mani.

2.ª *fase.* — Abbandonando la corda il fantoccio rimane sospeso per V; le gambe non essendo poi tenute tese si ripiegano per effetto della gomma

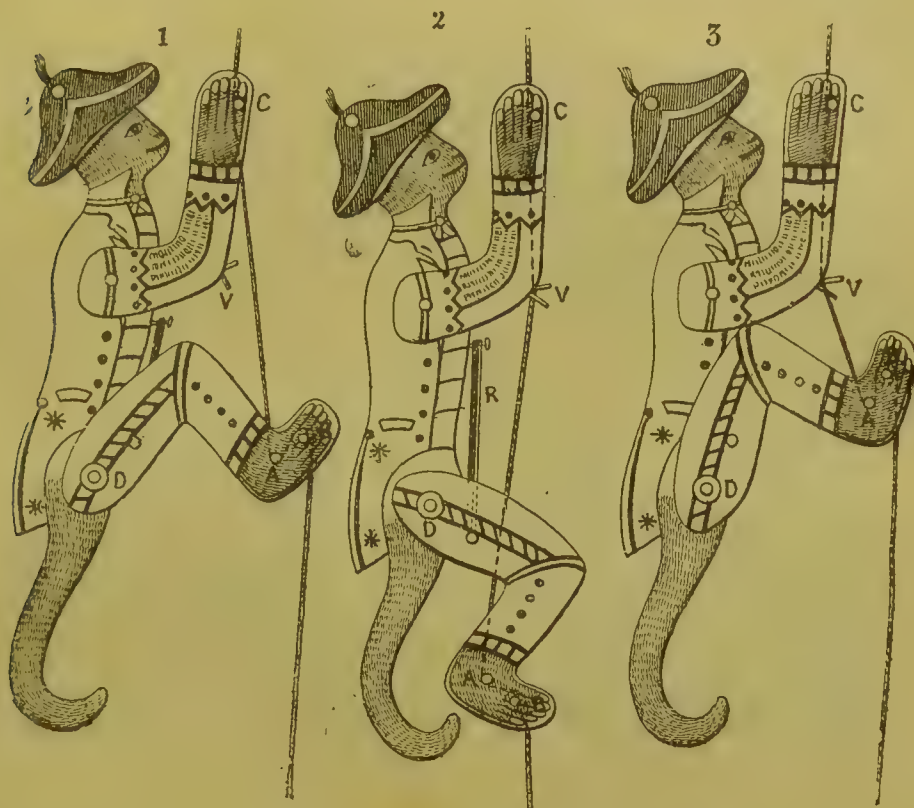



Fig. 309. Giocattolo meccanico.

1. Posizione di partenza. Facendo una trazione sulla corda le gambe girano attorno a B ed alla fine del movimento il fantoccio ha la posizione 2.
2. Fine del movimento d'ascesa. La corda viene presa dalla pinza V. Cessando di tirare l'elastico R, solleva le gambe (n. 3).
3. Il fantoccio è sospeso per V, tirando la corda lascia il V, e poi ritorna al n. 1. La serie dei giuochi è così completa.

elastica e pigliano la posizione del n.° 3, che è il movimento di chi si arrampica, appeso per le mani e sollevando le gambe.

3.ª *fase.* — Si fa una nuova trazione sulla corda, che sfugge dalla pinzetta V e ripiglia la posizione del n.° 1, movimento questo che corrisponde a quello di un uomo che si arrampichi se abbandonasse la corda colle mani per potersi sollevare, tenendosi esclusivamente coi garretti.

Continuando ad esercitare delle trazioni sulla corda le gambe ed il corpo si sollevano come nella prima fase, e così, per mezzo di movimenti successivi il fantoccio percorre, ascendendo tutto il tratto libero di corda.

Bisogna badare nella prima fase di esercitare la trazione finchè la corda sia presa da V; senza di questa precauzione il fantoccio scorrerebbe giù dalla corda coi piedi prima di esservi attaccato colle mani.

La locomotiva stradale. — Si sa che per comunicare ad una data massa una quantità di movimento è necessario di sviluppare una certa quantità di energia sotto forma di lavoro meccanico, quantità di energia che deve essere proporzionale alla massa del corpo ed al quadrato [1] della velocità che gli si vuole comunicare.

Sappiamo anche che i corpi animati da questa velocità non ritornano in quiete se non dopo di aver esaurito in qualche modo questa quantità di *forza viva* — è questo il nome che si dà all'energia

[1]) Dicesi quadrato di un numero il prodotto di questo numero moltiplicato per sè stesso.

che possiede il corpo in movimento in conseguenza del suo movimento — o per gli attriti e le resistenze che vince o facendo un altro lavoro meccanico.

Per la forza viva le palle di bigliardo corrono

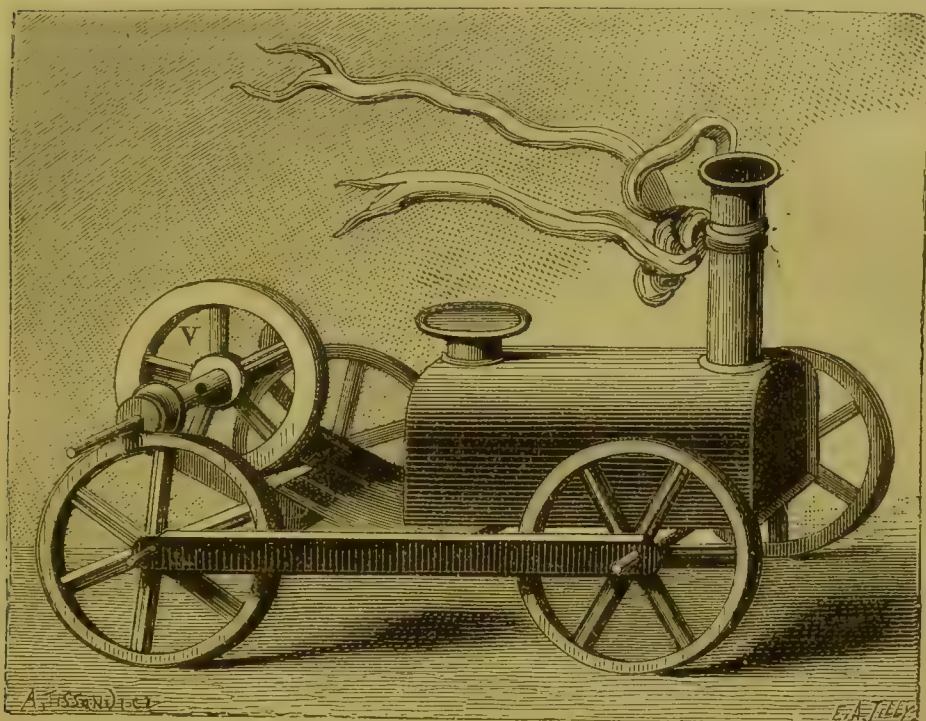



Fig. 310. Una locomotiva da pochi soldi
che serve per dimostrare i principî dell'inerzia e della forza viva.

sul tappeto, i proiettili procedono innanzi nelle loro traiettorie e girano le trottole ed i giroscopi.

In questo ultimo caso il movimento dura a lungo assai perchè l'attrito è minimo, girano con grande velocità, e posseggono quindi una grande quantità di forza viva che si consuma lentamente.

Si può adoperare questa forza viva per mettere in movimento una ruota e quindi ottenere un moto di progressione come nel piccolo apparecchio rappresentato nella figura 310.

Si compone di un volante V a cui si imprime un rapido movimento di rotazione con una cordicella che viene avvolta sul suo asse tirando poscia rapidamente dall'altro capo. L'asse che tiene unito questo volante è posato sopra le due ruote posteriori della locomotiva; una guernitura di caucciù serve ad ottenere una maggiore aderenza fra l'asse e le ruote.

L'asse avendo circa un millimetro di diametro e la ruota circa 50 millimetri ne avviene che per ogni giro del volante le ruote si avanzano di un cinquantesimo di giro; ma la velocità iniziale del volante è grandissima, epperciò le ruote sono messe in movimento abbastanza rapidamente, e quando si mette sul pavimento il sistema il moto di traslazione si fa subito con una velocità che decresce regolarmente a misura che la rotazione e la forza viva del volante diminuiscono. Sopra di un pavimento ben liscio è possibile di far percorrere alla locomotiva una strada di 20 o 30 metri.

È inutile dire che il tubo del fumo e la caldaia servono solamente per figura; le ruote posteriori sono le motrici, quelle davanti non lavorano che per portare la locomotiva.

Questo piccolo giocattolo, di un prezzo veramente modico, può adunque servire per dimostrare le leggi principali della meccanica ed a provare an-

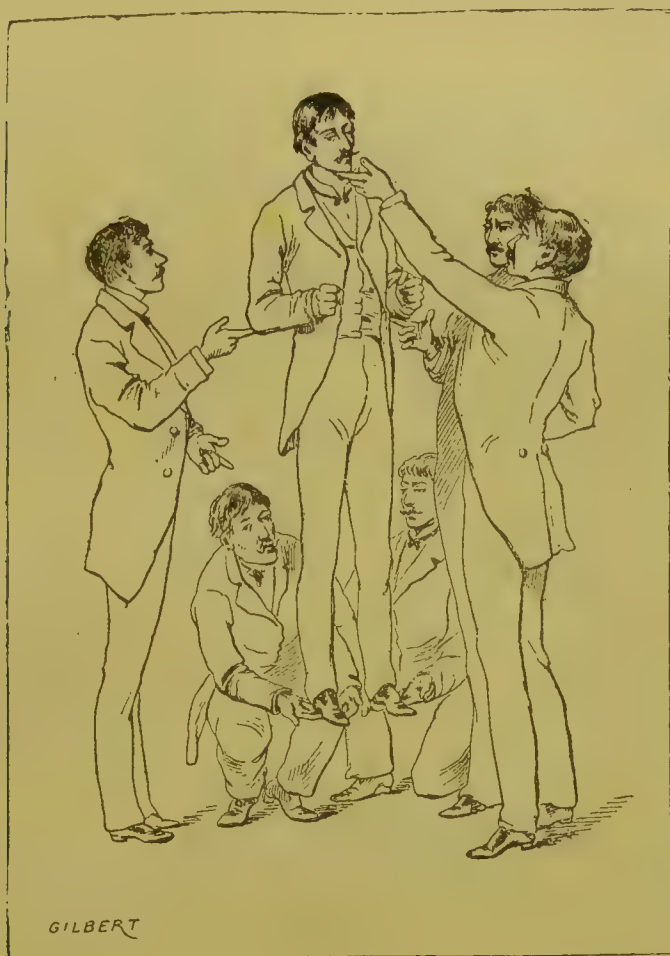



Fig. 311. Un uomo sollevato con sette dita.

cora un'altra volta il principio della conservazione dell'energia.

Sollevare un uomo colle dita. — Il gruppo rappresentato dalla figura 311 rappresenta un giuoco singolare che può essere provato nelle ore di ri-

creazione nei collegi e che sta nel sollevare una persona semplicemente col mezzo delle dita.

Due mettono gli indici delle due mani nel cavo delle scarpe, innanzi al tallone; due altri pongono l'indice ben teso della mano destra sotto i due gomiti; una quinta persona mette l'indice sotto il mento di colui che si presta per questo giuoco.

Al comando *uno, due.... tre* ciascuno fa uno sforzo energico di basso in alto e la persona viene sollevata con una straordinaria facilità.

Di prima veduta il risultato meraviglia; ma pensandovi sopra vi è una vera divisione del peso.

Un uomo pesa in media 70 chilogrammi; sono adunque 10 chilogrammi che gravitano appena sopra ciascun dito. Checchè ne sia, l'esperienza è dilettevole e fa ridere.

Il vetro magico. — Il chimico Wideman insegnò il modo di ottenere una vera curiosità della incisione. È una lastra di vetro trasparente, su cui non si distingue nessun disegno. Alitando sopra questa lastra, così da appannarla col fiato si vede comparire una figura come quella rappresentata nella figura 312. Questa figura scompare appena che lo straterello si è evaporato. Si può lavare ed asciugare la lastra, ma appena questa lastra sarà appannata col fiato ricomparirà di nuovo.

Ecco come bisogna adoperare per preparare queste lastre magiche. Si prende un pezzo di vetro, di

quella qualità di cui si fanno specchi, si può del resto adoperare anche uno specchio.

Si versa in una capsula di porcellana [1]) che si bagna con un poco di acido solforico comune sì da formarne una pasta abbastanza spessa per po-

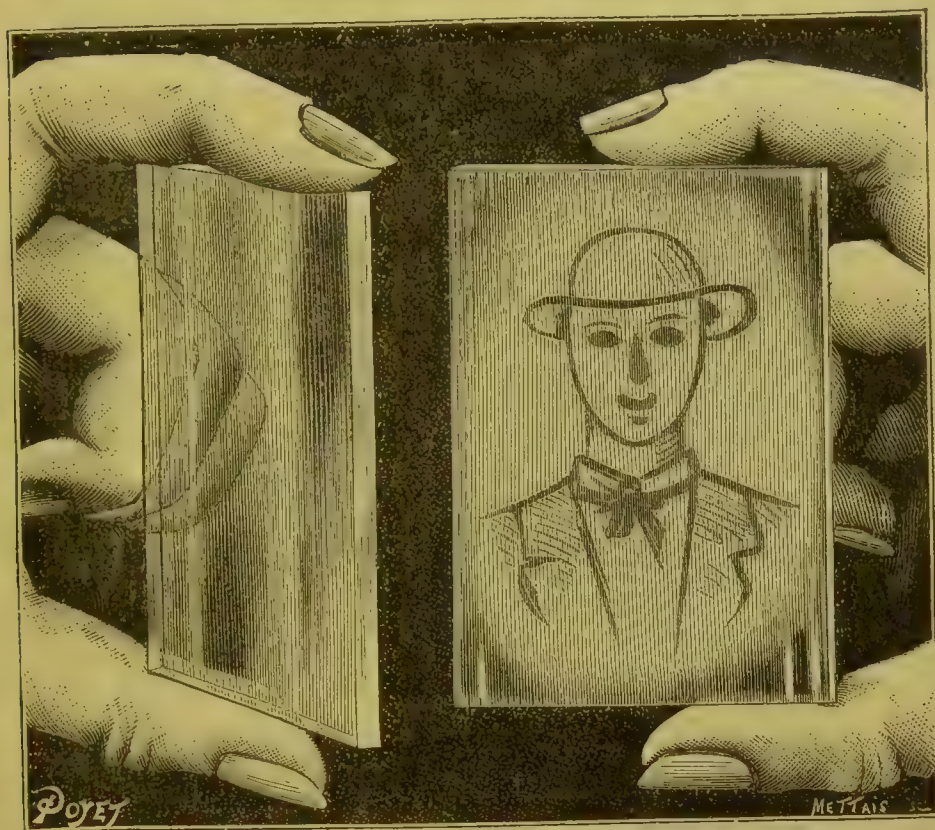



Fig. 312. Il vetro magico.

tersene servire per disegnare sul vetro con una penna d'oca.

Si fa con questa pasta un disegno o si scrive

[1]) Meglio in un piccolo recipiente fatto con lastra di piombo, giacchè l'acido fluoridrico che si forma intacca la vernice e la stessa porcellana della capsula.

un motto e si lascia così per cinque o dieci minuti. Dopo si lava e si asciuga con un panno. La lastra è così preparata: basterà soffiarvi sopra per vedere comparire il disegno.

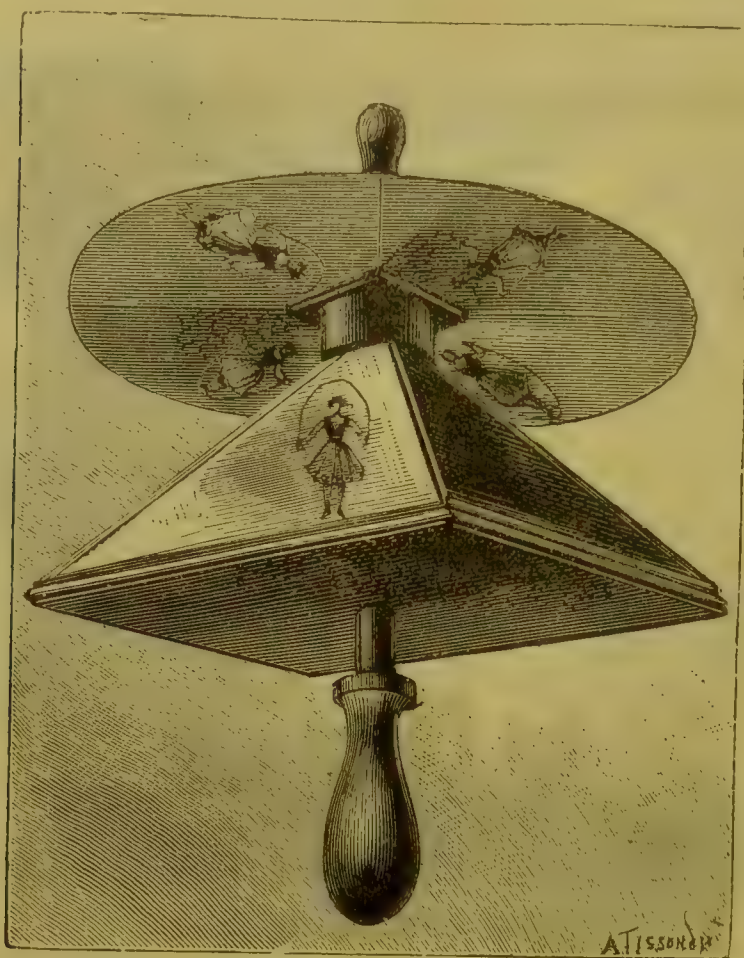



Fig. 313. La trottola taumatropica.

Un poco di pratica insegnerà presto il tempo necessario che si deve lasciare la pasta. Se si lasciasse troppo a lungo l'acido fluoridrico [1] che si

[1] È un acido che intacca il vetro ed è perciò adoperato nell'industria per produrre dei disegni artistici sulle lastre.

forma per l'azione dell'acido solforico sullo spato-fluore intaccherebbe troppo profondamente il vetro ed il disegno sarebbe veduto anche sulla lastra secca.

Trottola taumatropica. — Detta così per una certa rassomiglianza che ha nella sua forma con una trottola, è fatta di quattro piccoli specchi triangolari che formano una piramide a base quadrata. I lati della base quadrata essendo il doppio dell'altezza gli specchi sono inclinati a 45° (fig. 313).

All'apice tronco della piramide si pongono dei dischi di cartone su cui sono disegnati degli animali o delle persone in quattro attitudini diverse.

Imprimendo una moderata rotazione al tutto, col mezzo di un asse si vedono comparire successivamente le quattro immagini, ed il disegno sembra così animarsi.

Piccolo telaio da tessitore fatto con una carta. — Vedendo a lavorare un operaio al telaio si ammira il meccanismo ingegnoso, ma difficilmente si comprende di primo acchito il principio su cui si fonda.

Noi indicheremo adunque un modo di dimostrare come funzioni il telaio col miglior metodo che si possa desiderare, che consiste nel fabbricarsi un piccolo telaio e con questo ottenere un tessuto.

Due lapis, un biglietto da visita ed una carta da giuoco, un buon temperino e, se si vuole, un piegacarte: ecco tutto il necessario.

Il telaio è fatto dai due lapis che serviranno di sostegno; poi di un pettine di cartone, tagliato con un temperino in una specie di griglia, i cui tagli alternano con dei fori circolari; si completerà il materiale di fabbrica tagliando una o due spolette nella stessa carta, giacchè si può adoperare una o due

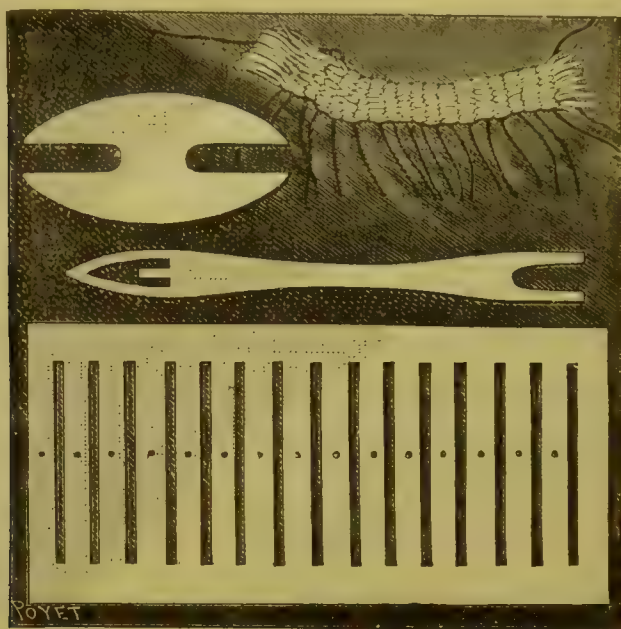



Fig. 314. Spoletta e pettine da tessitore fatti di carta. In alto un saggio del tessuto.

spolette, su cui si arrotola il filo di trama destinato a passare attraverso all'orditura.

Si pongono i due lapis sopra di una tavola in maniera che ne sporgano di 8 o 10 centimetri e si tengono fermi col mezzo di libri pesanti (fig. 315).

Quindi si passa all'operazione dell'orditura, ed ecco come bisognerà fare: si lega all'estremità di

uno dei due lapis il capo del filo e col mezzo di un ago si farà passare nella prima fessura del pettine; poi lo si avvolge attorno al secondo lapis; quindi lo si fa passare nel primo buco, poscia sino al primo lapis, nella seconda fessura, e così di se-

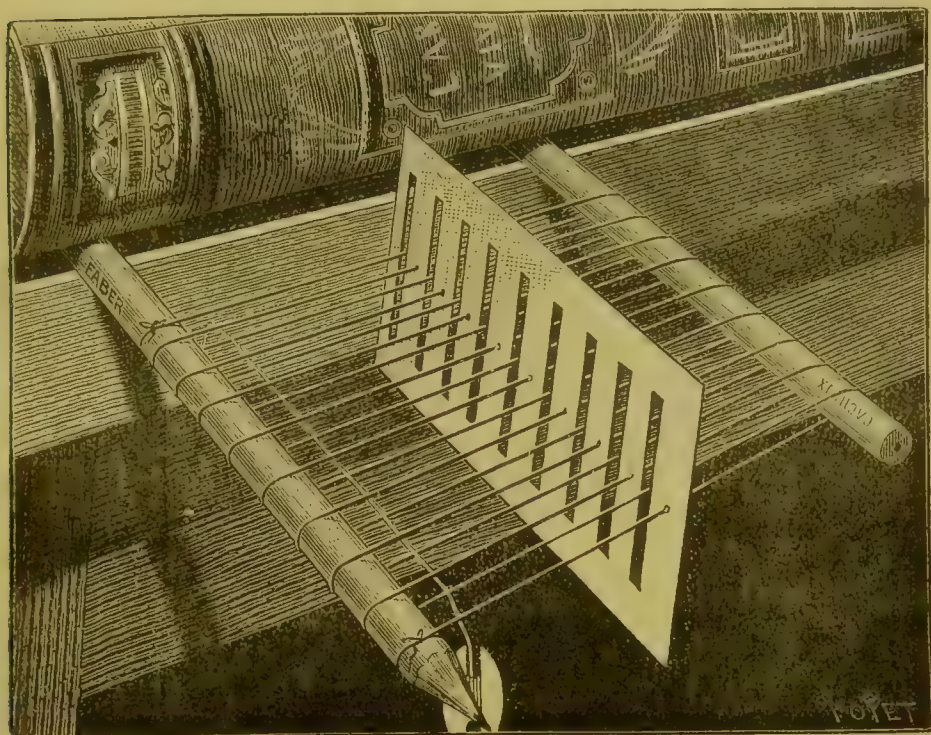



Fig. 315. Preparato il telaio, si vedono i fili dell'orditura tesi fra i due lapis ed un filo di trama passato attraverso ad una spoletta.

guito, fino all' ultima fessura del pettine, come è rappresentato nella figura stessa.

Allora per cominciare a tessere non si dovrà fare altro che sollevare ed abbassare alternativamente il pettine. Si vede che così saranno solamente mossi i fili che passano nei buchi, e basterà ad ogni mo-

vimento far passare la spoletta rivestita di trama fra le due serie di filo di catena posti ad altezze differenti.

Come di *battente*, per stringere il tessuto potremo servirci d'un piegacarta.

Questo piccolo apparecchio, di facile costruzione, serve a far subito comprendere il meccanismo del telaio.

Con un poco di pazienza si può fare un pezzo di stoffa.... primitiva.

Gli anelli di carta. — Il giuochetto degli anelli di carta fa meravigliare i non iniziati e dipende da principii geometrici interessantissimi.

Diamo subito la descrizione del modo di operare.

Ecco tre anelli di carta. 1, 2, 3 (figura 316). Questi anelli dovranno essere molto larghi; ma noi abbiamo ridotto nella figura le proporzioni della loro circonferenza per non occupare troppo spazio.

Io vi do dapprima l'anello n.° 1 ed un paio di forbici pregandovi di volerlo tagliare secondo la linea punteggiata. Si incomincia dal fare un piccolo taglio e dopo si taglia in due facendo scorrere l'anello a misura che viene tagliato; voi così otterrete due anelli di carta, quali sono rappresentati in 1'. La linea punteggiata è stata segnata sulla figura, ma non si trova sull'anello.

Io vi invito a fare lo stesso lavoro sull'anello n.° 2; voi tagliate, ma questa volta siete sorpresi di tro-

vare alla fine un grosso anello 2′, fatto di un solo pezzo e doppio del primo.

Ed eccoci all'anello n.° 3. Questo ci prepara una

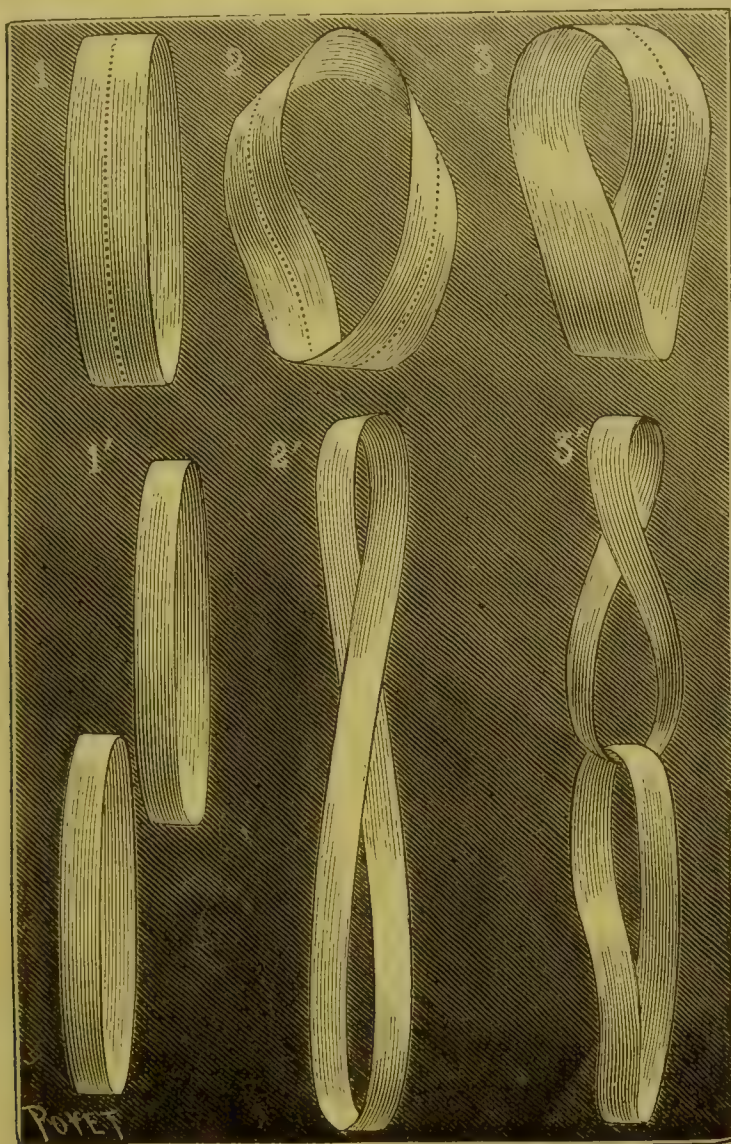



Fig. 316. Gli anelli di carta.

sorpresa maggiore. Tagliandolo colla stessa regola voi otterrete due anelli l'uno passato nell'altro come anelli di catena, n.° 3′.

Ecco in qual mado si prepara questo curioso esperimento.

Voi taglierete delle bende di carta larghe cinque centimetri e lunghe da un metro ad un metro e mezzo. Pigliate la prima benda e ne ingommate le due estremità direttamente, come si vede in 1; cosicchè la stessa faccia della carta si trovi all'esterno. la seconda benda è ingommata dopo di aver dato alla carta un movimento di torsione, vale a dire un'estremità della carta deve essere ingommata al rovescio. In quanto alla terza, voi l'ingommerete dopo di aver dato alla carta due movimenti di torsione.

Le torsioni della carta sono tanto meno visibili quanto maggiore è il diametro dell'anello.

Un uccello meccanico di carta. — L'arte di fare dei trastulli di carta abbisognerebbe di un libro speciale.

Si sa che con un foglio di carta si possono fare delle piccole scatole, dei bastimenti, dei palloni, ecc., per non parlare delle tradizionali bambole fatte con un cartoccio in cui si tagliano alla meglio delle braccia.

Vogliamo dire di un vero perfezionamento ingegnosissimo, giacchè i fantocci di carta rimanevano perfettamente inerti.

Il progresso è da attribuirsi ai giocolieri giapponesi, e consiste nel fare con un foglio di carta,

un uccello meccanico che batte le ali quando si sappia farlo muovere opportunamente.

Il disegno 317 rappresenta l'oggetto in funzione. Si piglia l'uccello colle due mani, per l'innanzi e pel di dietro, ed avvicinando ed allontanando alternativamente le mani gli si fa agitare le ali. I disegni lineari che lo circondano ci insegnano il modo di farlo.

Ecco come si procederà:

Pigliate un foglio di carta da lettera e tagliatelo in un quadrato di circa dodici centimetri di lato. Piegate questo foglietto per la metà dei lati e per gli angoli, formando le pieghe indicate dal disegno 1. Quindi ripiegate gli angoli, come insegna il disegno 2; ripiegate meglio, coll'unghia, nella direzione *a b,* ripetendo questa operazione per i due lati di ciascun angolo. Così voi avrete fatto 8 pieghe e la carta avrà l'aspetto rappresentato nella fig. 3.

Piegate successivamente questa carta in due modi, come è indicato dalla figura 4. Quest'operazione ha per iscopo di formare bene le pieghe, che voi comprimerete coll'unghia, allora vi sarà facile di passare, formando le pieghe attorno a *c*, alla figura rappresentata nel n.° 5.

Arrivati a questo punto rivoltate la carta, così che l'angolo *c* si trovi in alto e che le quattro punte siano rivolte in basso. Sollevate la estremità di due punti opposti verso l'alto così da ottenere la fig. 6.

Sollevate allo stesso modo, a destra ed a sinistra, le punte rimaste alla parte inferiore, così da ottenere la figura 7. Rivoltando a destra ed a sinistra le punte *d* ed *f* voi otterrete l'uccello rappresentato in 8. Si farà una specie di testa all'uccello ripiegando opportunamente la punta *d*. Pigliando leggermente l'uccello per i punti inferiori *m n* ed allontanando ed avvicinando i punti si ottiene l'agitazione delle ali.

Lo stesso movimento si può ottenere tenendo il piccolo uccello in *m* e tirandolo per la coda *f*.

La fabbricazione di questo uccello meccanico esige appena un poco di abilità e di attenzione.

Tutti possono riuscire.

Maniera di rompere uno spago colle mani. — Avete spesso veduto i giovani dei droghieri od i commessi dei negozi a tagliare lo spago con cui hanno legato un pacco con le loro mani, allontanandolo con un colpo rapido.

Voi avrete forse pensato che bastasse il rapido colpo....

Provate; vi taglierete le mani e non romperete la cordicella se appena essa è un poco tenace. Per riuscire bisogna disporre lo spago in un certo modo, come noi indicheremo.

Si pone sulla mano sinistra lo spago da rompere e si fa passare l'uno dei capi sull'altra mano, in maniera da formare una croce. Si avvolge at-

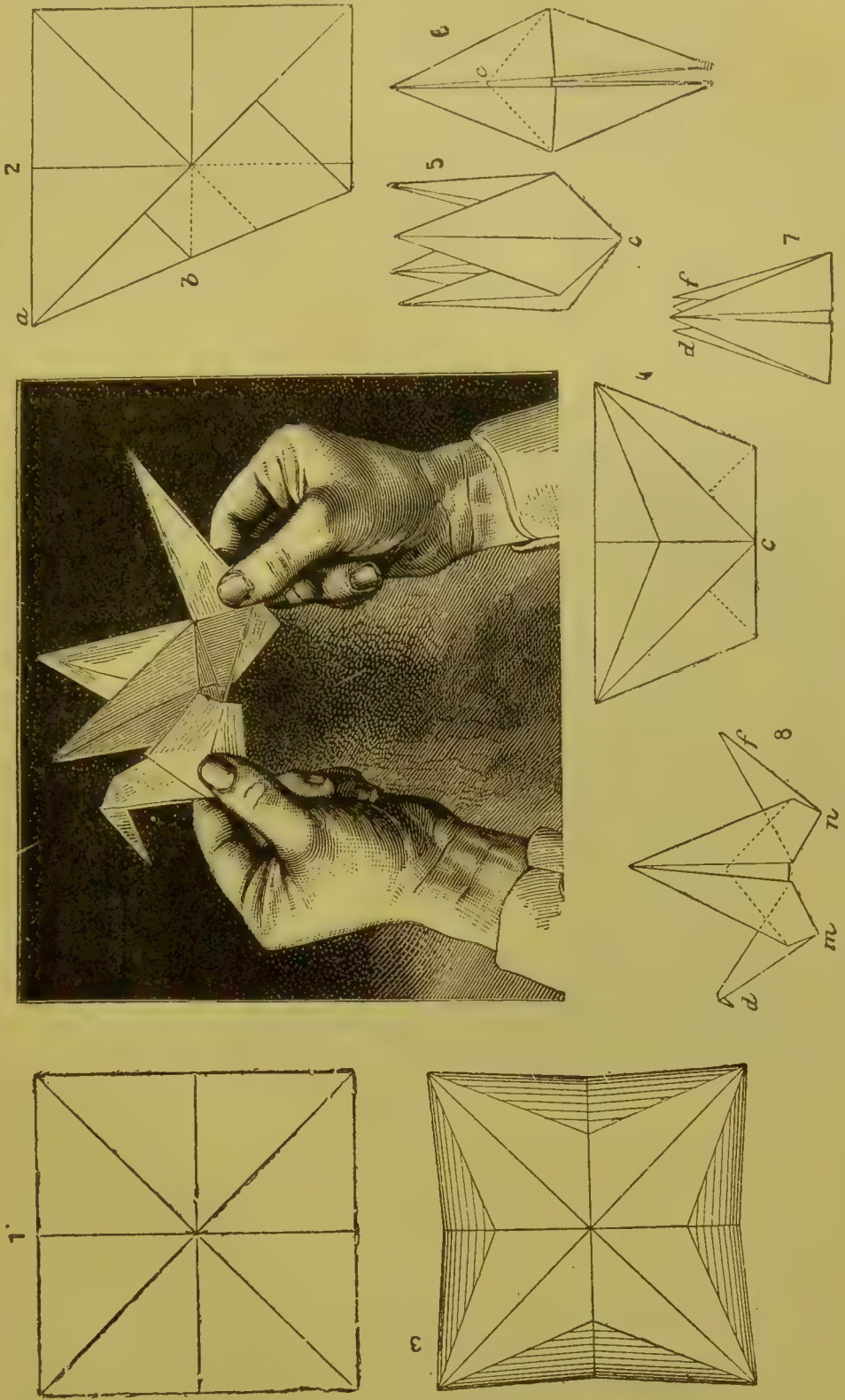
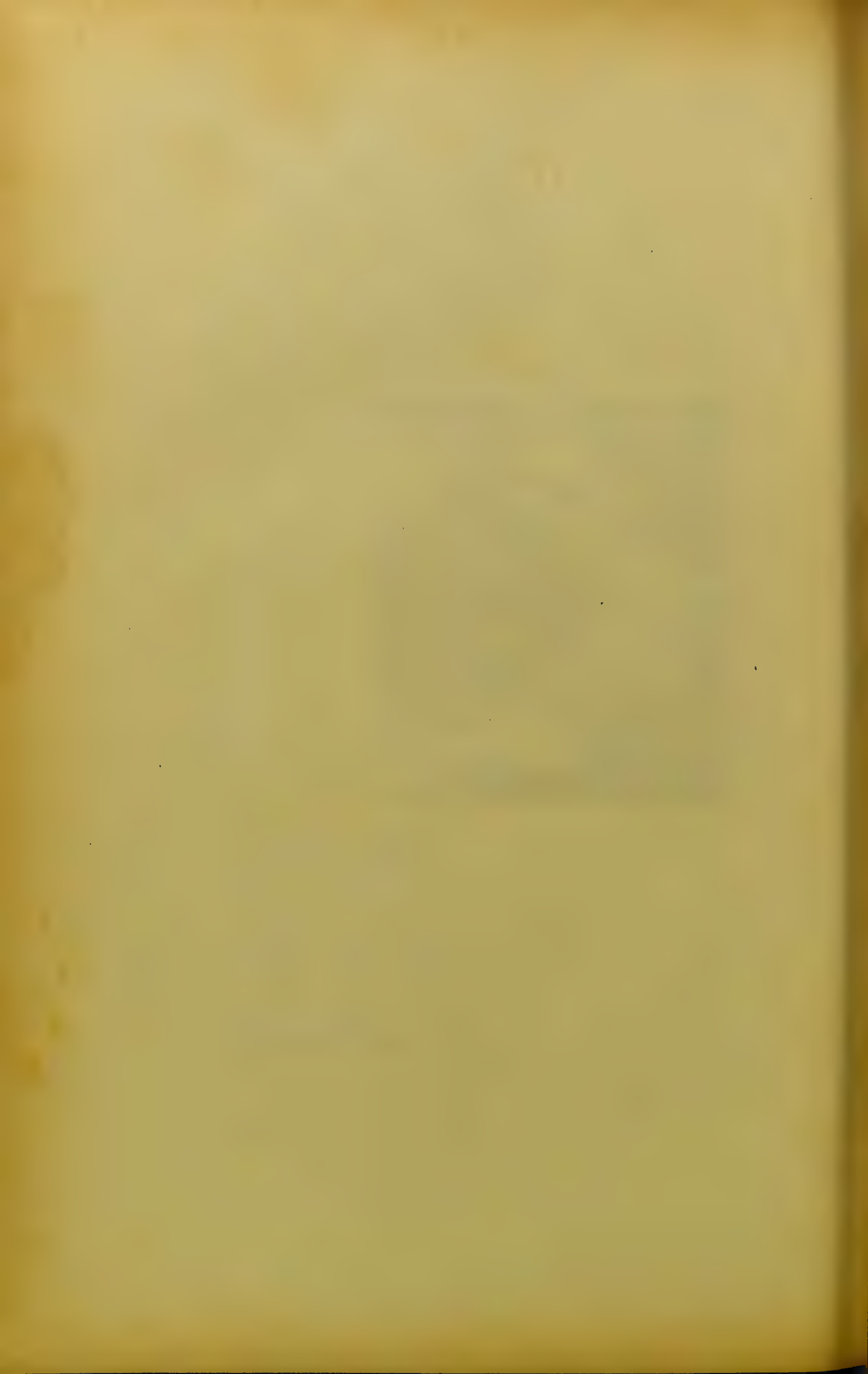



Fig. 317. L'uccello meccanico fatto di carta. N.° 1 a 8, figure che spiegano il modo di fabbricazione.

torno alle dita il capo che forma il piccolo braccio della croce, ed è bene lasciarlo abbastanza lungo così da poter fare parecchi giri.

L'altro capo viene rivoltato e si arrotola attorno alla mano destra lasciando fra le due mani un tratto di circa 50 centimetri.

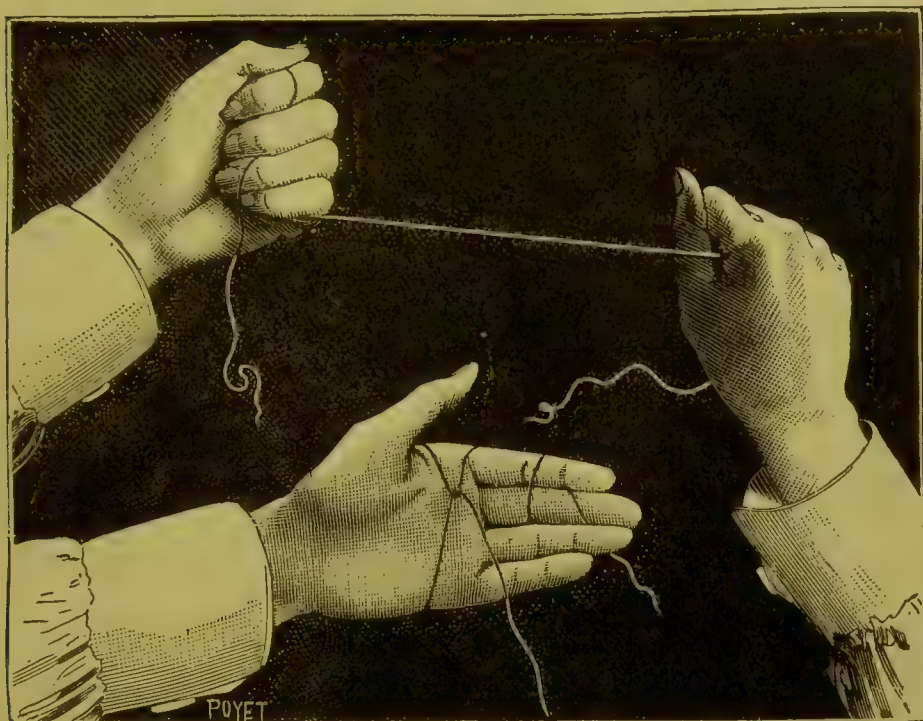



Fig. 318. Modo di tagliare lo spago colle mani.

Se le cose sono ben preparate lo spago avrà in mezzo alla palma la forma di Y, come si vede nella nostra incisione 318, nella parte inferiore.

Basterà chiudere la mano dopo di essersi assicurati che l'Y è ben fatto e teso e di pigliare lo spago coll'altra mano.

Si avvicinano le due mani e si dà uno strappo sopra il punto di incrociamento dei fili ad Y che fanno da lama di coltello.

Si comprende che lo spago essendo rotto rapidamente l'urto non ha tempo di trasmettersi alle mani.

Abbiamo in [questo caso un'interessante dimostrazione del principio dell'inerzia, poichè tirando lentamente così che il movimento abbia tempo di propagarsi lungo il filo, non si potrebbe in alcun modo tagliarlo.

Si farebbe invece un solco doloroso nella pelle!

Intanto si può riuscire così a tagliare delle cordicelle di una certa grossezza senza farsi del male. Con un poco di abitudine lo spago è preparato rapidissimamente per questa operazione, ed i commessi dei negozi non si servono generalmente, per far presto, nè di coltelli nè di forbici.

Il quadro magico con tre disegni. — Ecco il modo più semplice di farlo. Noi taglieremo in bende verticali di circa $0^{m},91$ di larghezza tre cromolitografie o tre incisioni cui daremo le indicazioni A, B e C, fatte di carta sottile e delle medesime dimensioni. Queste listerelle sono numerate da sinistra a destra e quindi vengono incollate sopra un grande foglio di carta sottile alto come ogni cromolitografia e lungo tre volte tanto.

Noi otterremo così uno strano disegno in cui non

sapremo distinguere le persone, i fiori, il paesaggio, ecc.

Appena le listerelle ci appaiono distinte nell'ordine a^1 b^1 c^1, a^2 b^2 c^2.... a^n b^n c^n. (fig. 319). Allorchè la colla è asciutta, noi ripieghiamo il disegno a mo' di *fisarmonica*, come è indicato nella fig. 320; quindi noi riuniamo colla colla le superfici poste-

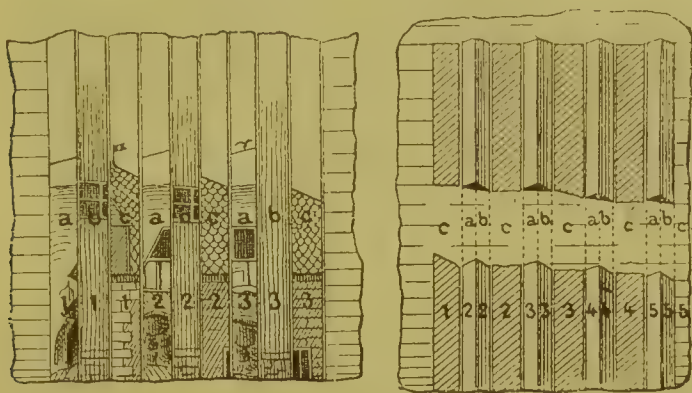



Fig. 319 e 320. Modo di fabbricare un quadro a tre facce.

riori di *a* e di *b*, ed otterremo così una serie di piani perpendicolari al fondo del quadro.

La mosca meccanica. — Questa mosca fatta di metallo inverniciato, ha la lunghezza di 14 centimetri ed è attaccata ad un filo lungo.

La mosca meccanica contiene nel suo interno, come dimostra la figura 321, un fascio di fili di gomma elastica, a cui si imprime una torsione col mezzo di una piccola manovella. Essendo così teso l'elastico agisce sopra di un sistema di trasmissione

che mette in movimento un elice a tre ali di mica, che si trova posteriormente.

La trasmissione è ottenuta col mezzo di una ruota dentata.

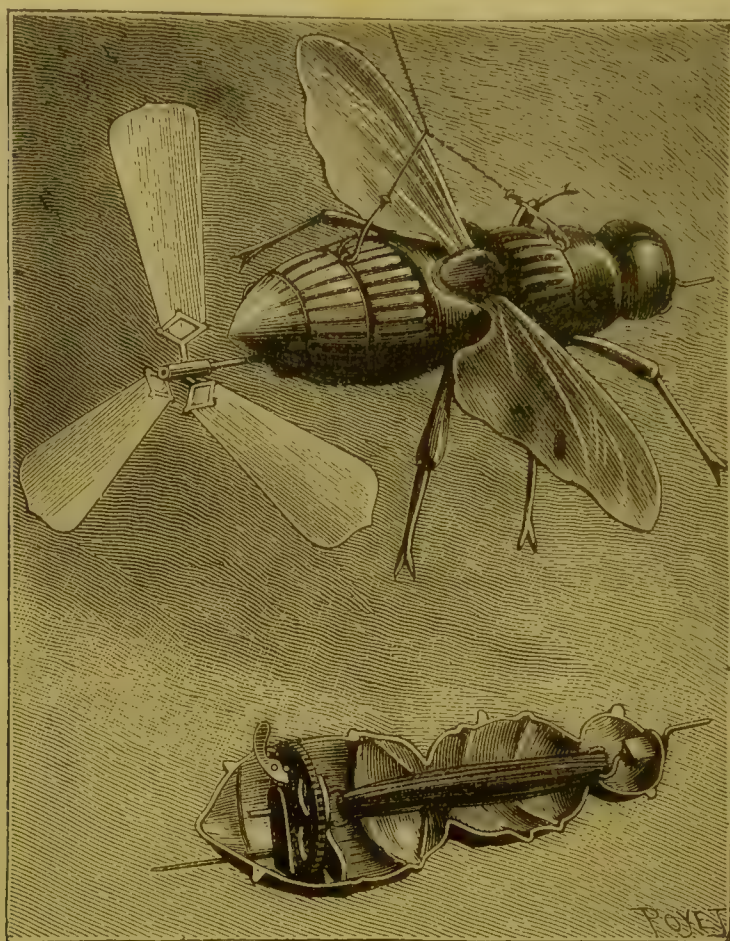



Fig. 321. La mosca meccanica.

Un freno permette di far funzionare l'apparecchio nell'istante desiderato. La rotazione dell' elice imprime alla mosca un movimento rapido di traslazione e le fa percorrere un circolo attorno al suo punto di sospensione.

Le due palline. — Si colloca il dito medio al di sopra dell'indice e si tocca colle due dita un birillo od una pallina fatta di mollica di pane. Si prova la sensazione di due pallottole distinte (fig. 322).

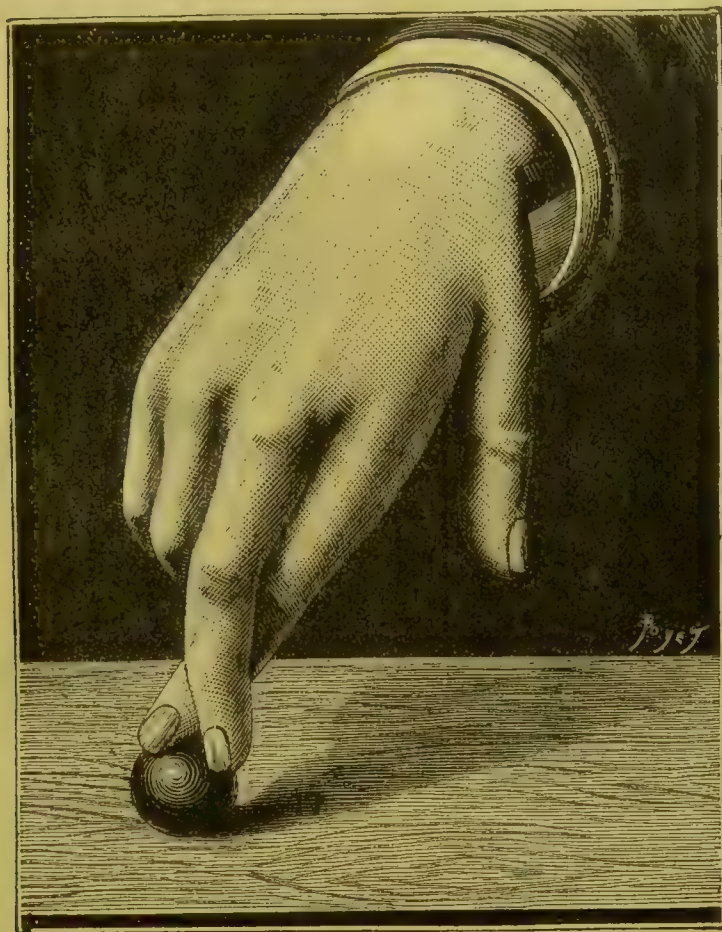



Fig. 322. Figura che insegna il modo di tener le dita per provare la sensazione di due pallottole con una sola.

Nella posizione ordinaria delle dita una sola pallottola non può essere toccata contemporaneamente dalle parti esterne di due dita vicine.

Incrociando le dita le condizioni sono del tutto

cambiate, ma l'interpretazione che ne diamo rimane la stessa, a meno che, ripetendo spesso l'esperienza, l'educazione primitiva del senso del tatto non sia modificata.

Basterà infatti ripetere parecchie volte l'esperienza, guardando, perchè l'illusione diventi a poco a poco minore.

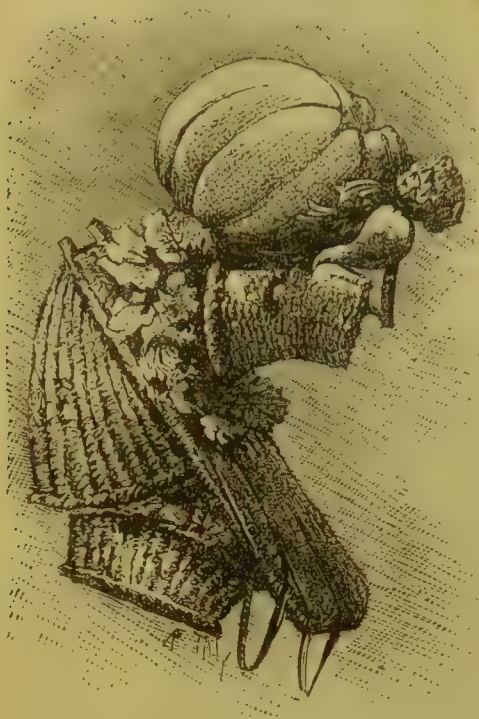



Fig. 323. La fruttivendola.

Fig. 324. Il cacciatore.

I disegni a doppio aspetto. — Questi disegni ebbero una volta un successo straordinario, ed i nostri padri ne andavano pazzi nella loro infanzia.

Per caso noi trovammo una vecchia raccolta di questi disegni stampata a Berlino dal Sefelder e disegnata da un abile artista, dal Gaillot.

Fig. 325. Il ciabattino.

Fig. 326. Il chimico.

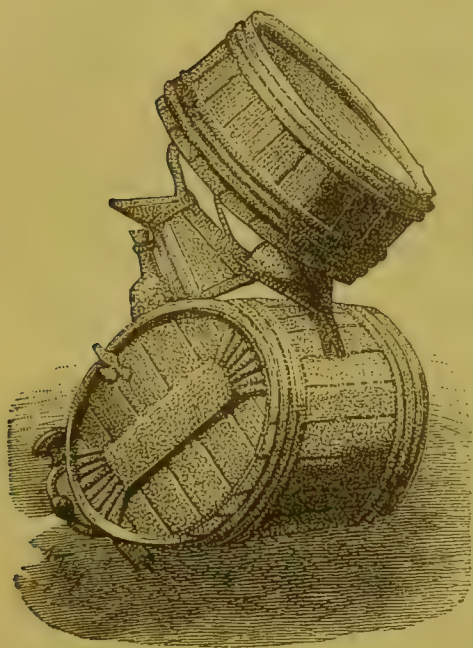



Fig. 327. Il bottaio.

Fig. 328. Il pittore.

L'autore, sotto il titolo di *Arti e mestieri*, disegnò delle stranissime figure che sono fatte col mezzo degli strumenti e degli oggetti che si riferiscono

alla professione che voleva simboleggiare. La fruttivendola (fig. 323) è fatta con un melone, un carciofo il cui peduncolo disegna il profilo del naso, una gerla che fa il busto insieme a qualche saggio di verdura. Il cacciatore (fig. 324) è composto di un fucile, di una fiaschetta da polvere e di un corno da caccia. Il ciabattino (fig. 325) è similmente rappresentato cogli utensili della sua professione, specialmente da due forme che disegnano il mento ed il naso.

Il chimico (fig. 326) venne ottenuto con un fornelletto e delle storte. Il bottaio (fig. 327) con una botte, una bigoncia, ecc.; il pittore (fig. 328) colla tavolozza, la scatola dei colori; e così di seguito per le altre professioni.

Ecco un esercizio di disegno dilettevole che ci pare opportuno per finire la nostra ricreazione.

Il lettore abile nel disegno potrà tentare altre simili composizioni.

Oggidì del resto si vedono le cosidette *quistioni*, cioè dei disegni che nascondono all'occhio in qualche modo una figura che si deve trovare con pazienza.

Sono simili, questi moderni trastulli, a quelli dei nostri vecchi.

Egli è con questo divertimento, cari lettori, che terminiamo il presente libro. Noi ci siamo industriati a farvi conoscere i numerosi mezzi di di-

strarvi, di occupare i vostri ozii e di passare il tempo istruendovi contemporaneamente, cioè esercitando la destrezza, l'applicazione, il ragionamento e mettendo a profitto, per svilupparle, le facoltà intellettuali.

FINE.

INDICE.